

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra 460

Ovládání Mikrotik RouterOS z mobilního zařízení
Mikrotik RouterOS Control on Mobile Device

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne zdroje a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave 26. apríla 2011

.....

Na tomto mieste by som chcel poďakovať všetkým, ktorí mi akýmkoľvek spôsobom pomáhali pri vzniku tejto práce. Obzvlášť by som chcel poďakovať vedúcemu tejto diplomovej práce Ing. Pavlovi Moravcovi PhD. za užitočné rady a pripomienky pri tejto práci.

Abstrakt

Cieľom tejto práce je navrhnuť a implementovať aplikáciu pre mobilné zariadenia, umožňujúcu pomocou grafického užívateľského rozhrania konfiguráciu a monitorovanie aktívnych sieťových počítačových prvkov RouterBoard Mikrotik, ktoré pracujú na operačnom systéme RouterOS. Ako implementačná platforma bol zvolený .NET Compact Framework a programovací jazyk C#. Táto aplikácia má byť náhradou za program Winbox, ktorý umožňuje pomocou jednoduchých grafických formulárov na platforme MS Windows nastavenie zariadení firmy Mikrotik s operačným systémom RouterOS. Komunikácia s operačným systémom RouterOS je implementovaná pomocou protokolu Mikrotik API, ktorý je určený na tvorbu vlastných nástrojov pre konfiguráciu a monitorovanie RouterOS.

Kľúčové slová

Mobilný telefón, mobilné zariadenie, Windows Mobile, .NET Compact Framework, C#, Mikrotik, RouterOS, Winbox, Mikrotik API, prenos dát, diplomová práca.

Abstract

The aim of this thesis is to design and implement a mobile application which will provide a straightforward user-friendly graphical user interface to manage and monitor active network devices running Mikrotik RouterOS. .NET Compact Framework was chosen as the implementation platform and the application was implemented in C# programming language. The application should be a suitable replacement for WinBox software which permits an extensive configuration of Mikrotik RouterOS devices on MS Windows platform. Mikrotik API – a communication protocol for the development of community-based RouterOS configuration tools – has been used for the communication with the configured devices.

Keywords

Mobile phone, mobile device, Windows Mobile, .NET Compact Framework, C#, Mikrotik, RouterOS, Winbox, Mikrotik API, data transfer, master thesis.

Obsah

1	Úvod	7
2	Existujúce riešenia konfigurácie RouterOS	9
2.1	Winbox	9
2.2	Webbox	10
2.3	SSH klienti PocketPuTTY a ConnectBot	11
2.4	TikBox	11
2.5	Minbox	12
2.6	CFbox	13
3	Operačné systémy a ich podporované platformy	14
3.1	Operačné systémy	14
3.1.1	Google Android OS	14
3.1.2	Symbian OS	15
3.1.3	iOS	16
3.1.4	Windows Mobile	17
3.2	Podporované platformy v operačných systémoch	18
3.2.1	Dalvik	18
3.2.2	Symbian SDK	19
3.2.3	.NET Compact Framework	19
3.2.4	Java ME	20
4	Mikrotik	21
4.1	RouterOS	21
4.2	RouterBoard	22
4.3	Mikrotik API	23
4.3.1	Popis komunikačného protokolu	23
4.3.2	Popis príkazov a príklad komunikácie	24
5	Špecifikácia zadania a výber platformy	26
5.1	Podrobná špecifikácia zadania	26
5.2	Zdôvodnenie výberu platformy .NET CF	26
5.3	Prehľad možností aplikácie	28
5.4	Prostriedky použité pri implementácii	28
5.5	Požiadavky na využívanie aplikácie	29
6	Analýza a návrh	30
6.1	Analýza riešenia aplikácie	30
6.2	Návrh GUI s ohľadom na obmedzenia .NET CF	31
6.3	Návrh hlavného menu	32
6.4	Prispôsobenie pre mobilné použitie	32
6.5	Konfiguračné príkazy a ich prispôsobenie	32
6.6	Rozšíriteľnosť aplikácie	33
6.7	Sprístupnenie pluginov podľa verzie RouterOS	34
6.8	Pokročilé nastavenia RouterOS	34
7	Implementácia aplikácie	36
7.1	Triedny diagram	36

7.2	Vlastný plugin Add Client	37
7.3	Vlastné komponenty	37
7.4	Zabezpečenie prístupových hesiel	39
7.5	Problémy pri implementácii	39
8	Testovanie aplikácie	41
8.1	Hardware	41
8.2	Inštalácia aplikácie	41
8.3	Publikovanie aplikácie a jej využívanie užívateľmi	41
8.4	Rýchlosť aplikácie	42
8.5	Konfigurácia pluginu	43
8.5.1	Pridanie pravidla do firewall	43
8.5.2	Úprava pravidla vo firewall	44
8.5.3	Pokročilá úprava pravidla vo firewall	44
8.5.4	Zmena poradia pravidiel vo firewall	45
8.5.5	Odobranie pravidla z firewall	45
8.6	Dátové prenosy a cena	46
9	Záver	48
10	Zoznam použitej literatúry	49
	Prílohy	52
A	Obsah priloženého CD	52
B	Užívateľská príručka aplikácie WMbox	53
	Inštalácia a spustenie	53
	Pripojenie na zariadenie	54
	Hlavné menu	55
	Vytvorenie a zmena pravidiel	56
	Odstránenie, povolenie a zakázanie pravidiel	57
	Pokročilé nastavenie RouterOS	58
	Odinštalovanie aplikácie	59
	O programe	60

Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Ukážka programu Winbox.....	10
Obrázok 2: Ukážka webového rozhrania Webbox.....	10
Obrázok 3: Ukážka aplikácie PocketPuTTY.....	11
Obrázok 4: Ukážka aplikácie TikBox.....	12
Obrázok 5: Ukážka aplikácie MinBox.....	12
Obrázok 6: Ukážka aplikácie CFbox.....	13
Obrázok 7: Ukážka Android OS.....	15
Obrázok 8: Ukážka Symbian OS.....	16
Obrázok 9: Ukážka iOS.....	16
Obrázok 10: Časová osa vývoja Windows CE prevzatá z [13].....	17
Obrázok 11: Windows Mobile 6.5 vs. Windows Phone 7.....	18
Obrázok 12: RouterBoard RB450G s licenciou Level 4.....	23
Obrázok 13: Ukážka komunikácie v protokole Mikrotik API.....	25
Obrázok 14: Stavový diagram aplikácie WMbox.....	31
Obrázok 15: Ukážka pokročilej konfigurácie v aplikácii WMbox.....	35
Obrázok 16: Triedny diagram WMbox z programu Visual Studio 2008.....	36
Obrázok 17: Ukážka vlastného pluginu Add Client v aplikácii WMbox.....	37
Obrázok 18: Ukážka funkcionality vlastnej komponenty.....	39
Obrázok 19: Pridanie pravidla do firewall v aplikácii WMbox.....	43
Obrázok 20: Úprava firewall pravidla v aplikácii WMbox.....	44
Obrázok 21: Pokročilá úprava firewall pravidla v aplikácii WMbox.....	45
Obrázok 22: Zmena poradia firewall pravidiel v aplikácii WMbox.....	45
Obrázok 23: Odstránenie firewall pravidla v aplikácii WMbox.....	46
Obrázok 24: Náročnosť aplikácie na dátové prenosy.....	46
Obrázok 25: Ukážka inštalácie a spustenia aplikácie WMbox.....	53
Obrázok 26: Ukážka pripojenia na zariadenie Mikrotik z aplikácie WMbox.....	54
Obrázok 27: Ukážka hlavného menu po zmene orientácie displeja.....	55
Obrázok 28: Ukážka pridania a editácie pravidla v aplikácii WMbox.....	56
Obrázok 29: Ukážka zakázania pravidla v aplikácii WMbox.....	57
Obrázok 30: Pokročilé nastavenia v aplikácii WMbox.....	58
Obrázok 31: Ukážka odinštalovania aplikácie WMbox.....	59
Obrázok 32: O aplikácii WMbox.....	60

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Možnosti sprístupnené v RouterOS rozdelené podľa licencie.....	22
Tabuľka 2: Tabuľka kódovania slov v protokole Mikrotik API.....	24
Tabuľka 3: Porovnanie podpory programovacích jazykov operačnými systémami.....	27
Tabuľka 4: Prehľad možností aplikácie WMbox v porovnaní s podobnými aplikáciami.....	28
Tabuľka 5: Porovnanie rýchlosti aplikácie na rôznych zariadeniach.....	42
Tabuľka 6: Ceny za dátové prenosy mobilných operátorov.....	47

Zoznam výpisu zdrojového kódu

Výpis 1: Príkaz pre povolenie Mikrotik API v RouterOS pomocou CLI.....	23
Výpis 2: Ukážka príkazov v protokole Mikrotik API.....	24
Výpis 3: Ukážka príkazu v protokole Mikrotik API v odosielanom tvare.....	24
Výpis 4: Ukážka argumentov nasledujúcich po príkaze v protokole Mikrotik API.....	25
Výpis 5: Ukážka XML súboru pre plugin ARP v RouterOS	33
Výpis 6: Ukážka XML súboru pre automaticky generované hlavné menu aplikácie.....	34
Výpis 7: Udalosť pri zmene textu vlastnej komponenty IPTextBox.....	38
Výpis 8: Udalosť pri zadaní znaku vlastnej komponenty IPTextBox.....	38
Výpis 9: Chybové odpovede pre neplatný parameter v protokole Mikrotik API.....	40
Výpis 10: Chybové odpovede pre neplatný príkaz v protokole Mikrotik API.....	40
Výpis 11: Konfigurácia RouterOS pre zistenie dátovej náročnosti aplikácie WMbox.....	47

Zoznam použitých skratiek a symbolov

ADT	–	Android Development Tools
AP	–	Access Point
API	–	Application Programming Interface
BGP	–	Border Gateway Protocol
BSD	–	Berkeley Software Distribution
CCD	–	Charge-Coupled Device
CLI	–	Command Line Interface
C#	–	C Sharp
EDGE	–	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
GUI	–	Graphical User Interface
GPRS	–	General Packet Radio Service
GPS	–	Global Position System
HSCSD	–	High-Speed Circuit-Switched Data
ISP	–	Internet Service Provider
Java ME	–	Java Micro Edition
Java SE	–	Java Standard Edition
Java EE	–	Java Enterprise Edition
JVM	–	Java Virtual Machine
MIDP	–	Mobile Information Device Profile
MPLS	–	Multiprotocol Label Switching
.NET CF	–	.NET Compact Framework
OSPF	–	Open Shortest Path First
PDA	–	Personal Digital Assistant
RAM	–	Random-Access Memory
SDK	–	Software Development Kit
SSH	–	Secure Shell
TCP	–	Transmission Control Protocol
UMTS	–	Universal Mobile Telecommunications System
VGA	–	Video Graphics Array
Wi-Fi	–	Wireless Fidelity
WAP	–	Wireless Application Protocol
XML	–	Extensible Markup Language

1 Úvod

Mobilné zariadenia patria medzi najväčšie fenomény dnešnej doby. Mobilné telefóny, rôzne PDA¹ alebo tablety zaznamenávajú v posledných rokoch popri počítačoch najväčší rozvoj z hľadiska technológií. Dnešné mobilné zariadenia poskytujú svojim majiteľom okrem funkcií, na ktoré boli pôvodne vyvíjané a konštruované, aj veľa ďalších nadštandardných možností ako napríklad digitálny fotoaparát, prehrávač zvukových záznamov, internetový prehliadač, a tak ďalej. Všetky tieto nadštandardné služby predurčujú tieto prístroje ku kedysi nepredvídateľným informačným službám.

Od roku 1999, kedy začali fungovať prvé mobilné siete s podporou technológie GPRS², prešli mobilné telefóny a technológie bezdrôtového prenosu dát prudkým vývojom. V Slovenskej republike v roku 2002 firma Eurotel ako prvá zaviedla dve technológie pre dátové prenosy HSCSD³ a GPRS a od roku 2004 môžu jej zákazníci využívať aj technológiu EDGE⁴. Takmer súčasne v roku 2006 spustili obaja slovenskí operátori UMTS⁵ technológiu prenosu dát. Približne v rovnakom období začali prichádzať na trh mobilné telefóny, ktoré boli vybavené technológiou Wi-Fi. Táto technológia vďaka bezplatnému prenosu dát a rýchlosti ich prenosu spôsobila revolúciu vo využívaní dátových služieb v mobilných zariadeniach. V súčasnosti sú mobilné telefóny už takmer vždy vybavené rôznou nadštandardnou výbavou ako digitálny fotoaparát, Bluetooth, Wi-Fi alebo GPS⁶. V spojení s tri a viacpalcovými dotykovými displejmi, 256 MB operačnej pamäte a procesormi s frekvenciami približne 600MHz postupne preberajú funkcionality pôvodne rýdzo stolných počítačov alebo prenosných počítačov. Začiatkom roku 2010 sa v mobilnom telefóne HTC EVO 4G objavila dokonca technológia Wimax, ktorá patrí do novej generácie mobilného prenosu dát 4G. Na základe výsledkov tohto vývoja môžeme predpokladať, že v budúcnosti budú mobilné zariadenia vybavené kvalitnými CCD⁷ snímačmi o rozlíšeníach 5MPx a viac, technológiami Bluetooth, Wi-Fi, Wimax alebo GPS a ovládané budú pomocou veľkých dotykových displejov.

Už dávno internetové služby neposkytujú koncovým zákazníkom iba veľké telekomunikačné firmy. Takmer v každom meste môžeme nájsť lokálnych poskytovateľov Internetu čiže ISP. Väčšinou nepresahuje počet ich klientov pár stoviek, ale určite sa nájdú aj firmy, ktoré majú niekoľko tisíc zákazníkov. Svojich zákazníkov pripájajú do Internetu najmä prostredníctvom Wi-Fi technológie. Títo poskytovatelia Internetu využívajú pre chrbticové spoje ich počítačovej siete rádiové pásmo 5GHz. Samotné pripojenie klientov je realizované v pásme 2,4GHz alebo 5GHz. Veľké množstvo týchto poskytovateľov začínalo svoje siete budovať na klasických prístupových bodoch AP, ktoré boli pôvodne určené pre prevádzku v miestnostiach budov. Keďže tieto zariadenia neboli schopné pripojiť do siete veľké množstvo klientov, museli časom prejsť na iné riešenia. Jedným z takýchto riešení sú aj zariadenia RouterBoard Mikrotik. Najjednoduchšie a najrýchlejšie tieto zariadenia nastavíme pomocou programu Winbox, ktorý

1 Vreckový počítač.

2 Mobilná dátová služba pre užívateľov GSM mobilných telefónov.

3 Rýchlejší mechanizmus prenosu dát v mobilnej sieti GSM ako GPRS.

4 Technológia dátového prenosu v mobilných sieťach rozširujúca GPRS.

5 Jedna z technológií tretej generácie mobilných technológií.

6 Satelitný navigačný systém používaný na zistenie presnej pozície.

7 Elektronická súčiastka používaná pre snímanie obrazovej informácie.

obsahuje jednoduché grafické formuláre. Winbox je ale spustiteľný iba na platforme Windows a jeho prípadné spustenie na iných platformách musí byť emulované napríklad pomocou nástrojov Wine [2] alebo Darwine [3]. Preto sa na internetovom fóre, ktoré sa venuje problematike ISP začali množiť požiadavky od poskytovateľov Internetu, ale aj od bežných užívateľov internetu, ktorí zariadenia Mikrotik RouterBoard využívajú ako koncové zariadenie pre prístup do Internetu na program nahradzujúci Winbox a zároveň spustiteľný na mobilných platformách Windows Mobile, Android, Symbian OS. Keďže najviac žiadostí bolo o program pre platformu Windows Mobile, pokúsil som sa navrhnúť a implementovať aplikáciu spustiteľnú na zariadeniach podporujúcich .NET Compact Framework, ktorá by umožňovala konfiguráciu a diagnostiku RouterOS pomocou jednoduchých grafických formulárov. Pre komunikáciu medzi aplikáciou a RouterOS bude aplikácia využívať protokol Mikrotik API, ktorý je určený pre tvorbu vlastných konfiguračných rozhraní. Táto aplikácia má skôr slúžiť na rýchlu diagnostiku a opravu problému, ktorý môže nastať v sieti poskytovateľa Internetu v prípade, že administrátor siete nebude mať prístup k počítaču s pripojením na Internet, než na kompletne nastavenie nových zariadení.

2 Existujúce riešenia konfigurácie RouterOS

V súčasnosti môžeme všetky zariadenia RouterBoard od firmy Mikrotik [1], ale aj počítače, ktoré vykonávajú v počítačovej sieti funkciu routeru a pracujú na operačnom systéme RouterOS, konfigurovať a monitorovať pomocou týchto nástrojov:

- nástroje nepodporujúce mobilné zariadenia
 - Winbox GUI cez IP⁸ alebo MAC⁹ adresy zariadenia,
 - CLI cez sériový port RS232,
- nástroje podporujúce mobilné zariadenia
 - WEB rozhranie,
 - CLI¹⁰ cez Telnet alebo SSH¹¹,
 - Mikrotik API, určené pre programovanie vlastných nástrojov.

2.1 Winbox

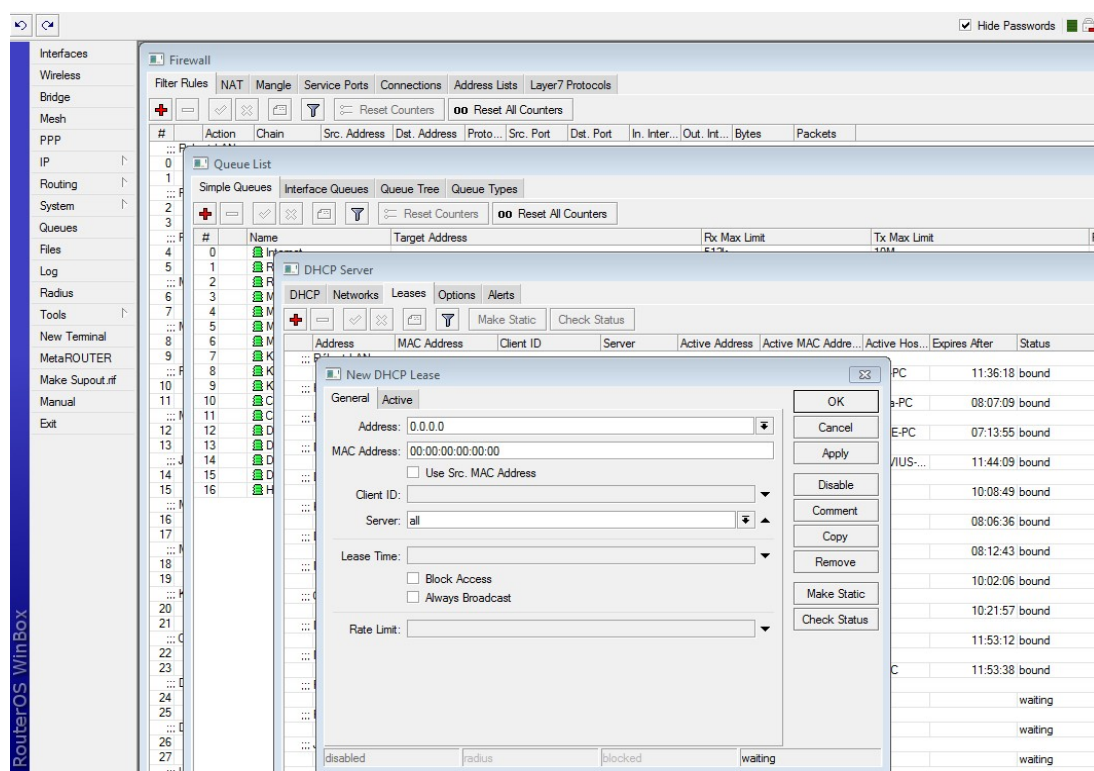
Bežný užívateľ pre konfiguráciu a monitorovanie RouterOS väčšinou siahne po nástroji Winbox, ktorý je dodávaný ku každému RouterBoard zariadeniu priamo v jeho pamäti. Ide bezpochyby o užívateľsky najprijemnejší spôsob konfigurácie tohto operačného systému. Umožňuje pripojenie pomocou IP alebo MAC adresy rozhrania zariadenia, na ktoré sa chce užívateľ pripojiť, pričom poskytuje aj automatickú detekciu IP alebo MAC adresy v pripojenom sieťovom segmente. Celá konfigurácia je založená na jednoduchých grafických formulároch, v ktorých si môžeme pomocou výberu jednotlivých vlastností nakonfigurovať samotný router. Taktiež ponúka integrovaný príkazový riadok CLI s inteligentnou kontrolou syntaxe, dopĺňaním samotných príkazov a pomocníkom. Nechýba ani možnosť spustenia skriptov, ktoré sú napísané vo vlastnom skriptovacom jazyku, či v novších verziách RouterOS podpora pre virtuálne stroje tzv. MetaRouters. Celý program zaberá iba relatívne málo miesta približne 40kb, ale vždy pri prvom pripojení na zariadenie si stiahne pluginy pre dané zariadenie, pomocou ktorých potom s ním komunikuje. Počet, veľkosť a hlavne ktoré pluginy sa budú sťahovať závisí od funkcií, ktoré dané zariadenie podporuje. Veľkosť pluginov sa väčšinou pohybuje približne okolo 1MB. Veľkým obmedzením tohto graficky najprepracovanejšieho programu pre konfiguráciu RouterOS je nemožnosť použitia na inej ako x86 alebo x64 architektúre procesora. Na rovnaký problém narazíme, aj keď používame inú platformu operačného systému ako Windows na našom počítači. Ak používame jednu z distribúcií operačného systému Linux, máme možnosť aplikáciu Winbox spustiť pomocou programu Wine [2]. Pre operačný systém MacOS X sa podobný program na spustenie Windows aplikácii volá Darwine [3]. Všetky podrobnejšie informácie môžete nájsť na internetových stránkach spoločnosti Mikrotik [1]. Ukážka konfigurácie pomocou nástroja Winbox je na obrázku 1.

⁸ Logická adresa v počítačovej sieti.

⁹ Fyzická adresa v počítačovej sieti.

¹⁰ Mechanizmus pre integráciu s OS alebo softwarom pomocou špeciálnych príkazov.

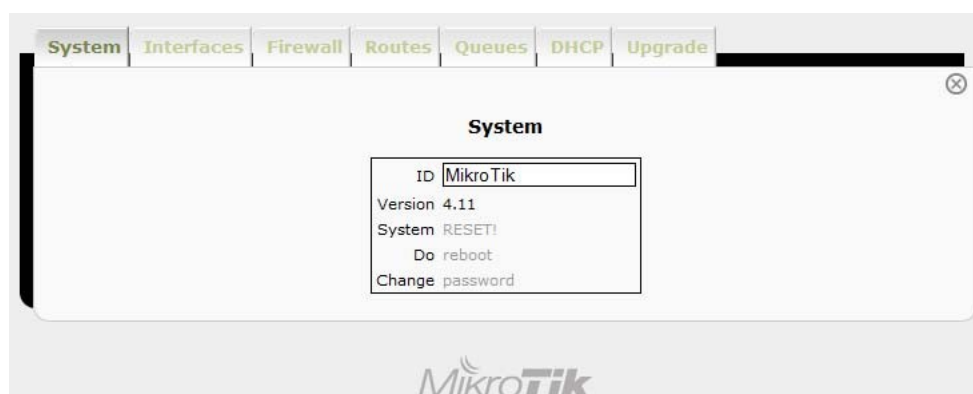
¹¹ Zabezpečený sieťový protokol používaný v paketových sieťach.



Obrázok 1: Ukážka programu Winbox

2.2 Webbox

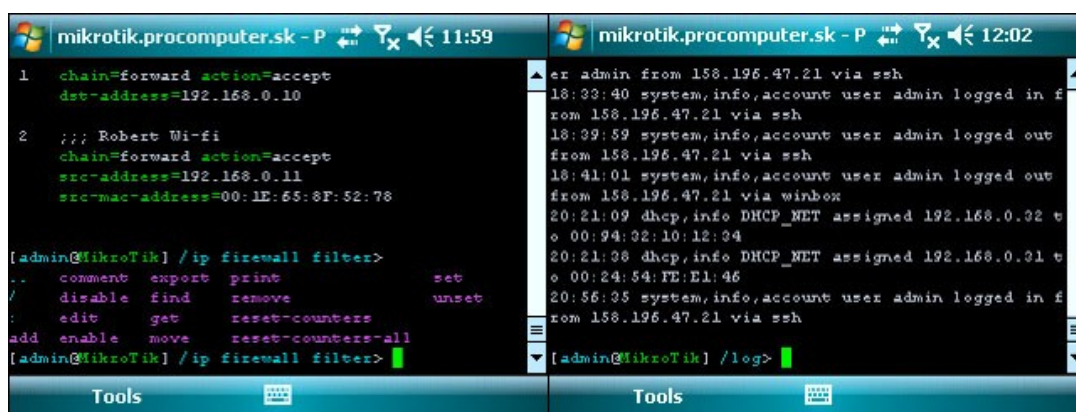
Firma Mikrotik ponúka ku každému svojmu zariadeniu okrem iného softwaru na konfiguráciu aj webové rozhranie nazvané Webbox. Prioritne má slúžiť na obmedzenú a rýchlu úpravu nastavení. Jej možnosti sú značne obmedzené iba na základné nastavenia jednotlivých častí operačného systému a úplne chýba napríklad CLI, či možnosti skriptovania. Veľkou výhodou samotného webového rozhrania je nezávislosť na platforme. Ukážku webového rozhrania Webbox pre RouterBoard Mikrotik RB450G môžeme vidieť na obrázku 2.



Obrázok 2: Ukážka webového rozhrania Webbox

2.3 SSH klienti PocketPuTTY a ConnectBot

PocketPuTTY je voľne dostupná aplikácia pre mobilné zariadenie s platformou Windows Mobile pod BSD¹² Open Source licenciou. Ide vlastne o preportovanie veľmi známej a obľúbenej aplikácie SSH klienta PuTTY na mobilné zariadenia z desktopovej verzie pre platformu Windows. Za predpokladu, že má užívateľ dobré znalosti RouterOS, pozná konfiguračné príkazy a ich syntax, ktoré sú interpretované pomocou CLI, môže práve túto aplikáciu použiť pre rýchle nastavenie a monitorovanie zariadení. Veľkou výhodou je rýchla a dátovo nenáročná komunikácia s možnosťou šifrovania pomocou protokolu SSH. Ďalšou prednosťou konfigurácie RouterOS pomocou CLI cez SSH alebo Telnet protokol je interaktívne dopĺňanie príkazov a kontrola syntaxe. Veľkým obmedzením je však, že celá komunikácia je iba v čisto textovom móde a kvôli tomuto obmedzeniu tento program pre konfiguráciu Mikrotik zariadení využíva iba relatívne malá skupina ľudí, ktorí veľmi dobre poznajú celý RouterOS a jeho konfiguračné príkazy. Aktuálna verzia programu je dostupná na adrese [4], alebo na priloženom CD. Podobné aplikácie sú aj pre iné operačné systémy napríklad pre OS Symbian je to PuTTY for Symbian OS [5], alebo pre OS Android je alternatívou program ConnectBot [6]. Ukážka aplikácie PocketPuTTY pripojenej na Mikrotik RB 433 je na obrázku 3.



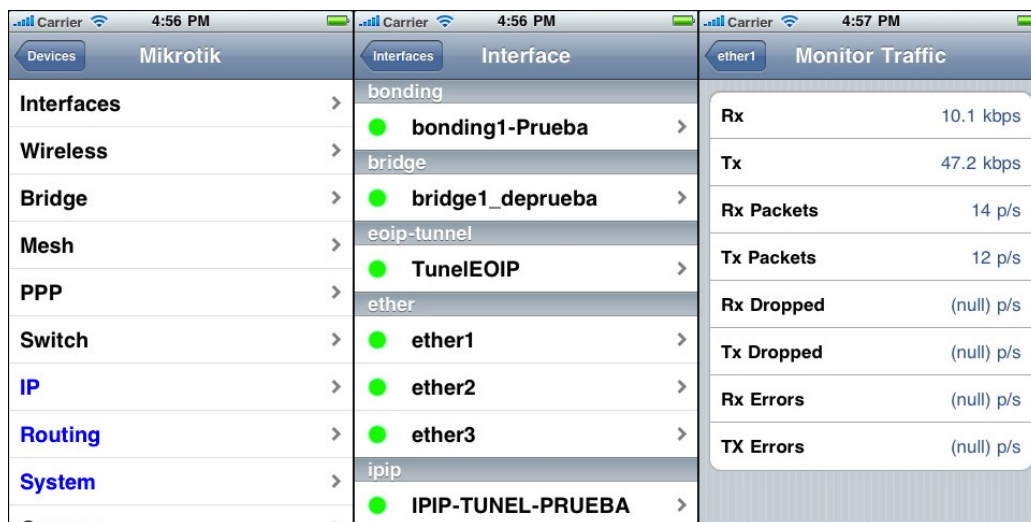
Obrázok 3: Ukážka aplikácie PocketPuTTY

2.4 TikBox

Všetkým administrátorom počítačových sietí vybudovaných na zariadeniach od firmy Mikrotik, ktorí vlastnia mobilný telefón iPhone je určite dobre známa aplikácia TikBox. Ide o aplikáciu od firmy XCIEN, ktorú preferuje spoločnosť Mikrotik na svojich internetových stránkach na konfiguráciu RouterOS zo zariadení s operačným systémom iPhone OS. Aplikácia je certifikovaná firmou Mikrotik, čiže spadá pod program (Made for Mikrotik). Dostupná je v troch verziách, pričom zdarma je iba vo verzii TikBox Lite, pomocou ktorej môže užívateľ iba pozrieť zdroje RouterOS a prípadne reštartovať alebo vypnúť systém. Plnohodnotnú konfiguráciu umožňuje aplikácia až vo verzii TikBox PRO, pričom cena za stiahnutie a inštaláciu je 4.99\$. Pomocou tejto aplikácie je možné pripojiť sa na RouterOS od verzie 3, keďže využíva protokol

¹² Software distribuovaný pod touto licenciou je považovaný za slobodný open source software.

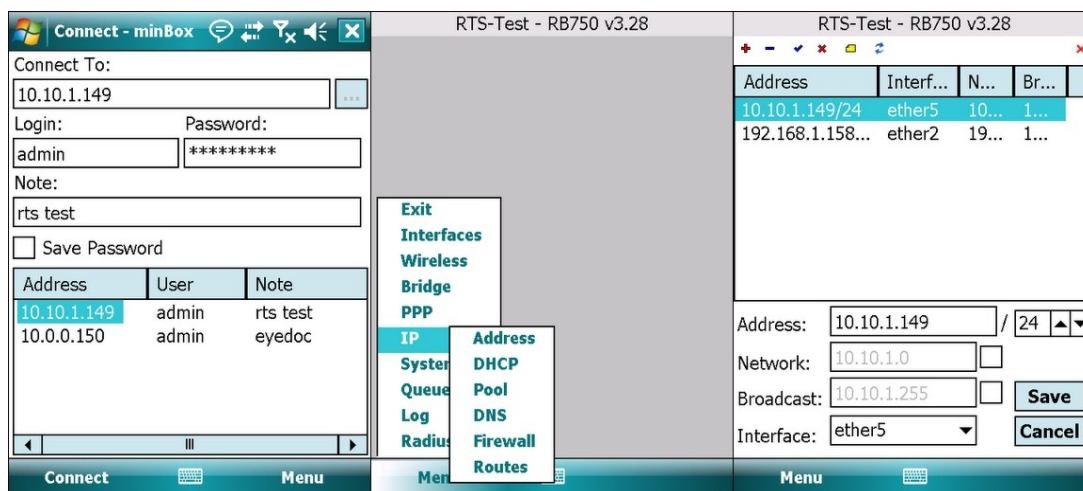
Mikrotik API. Aplikácia je dostupná na Internete v iTunes Apple [7], čiže v obchode s aplikáciami pre iPhone OS. Ukážka tejto aplikácie je na obrázku 4.



Obrázok 4: Ukážka aplikácie TikBox

2.5 Minbox

V roku 2006 sa na viacerých internetových fórach [8], ktoré sa venujú problematike ISP objavili obrázky aplikácie nazvanej Minbox. Autor týchto príspevkov sprístupnil prvé ukážky svojej aplikácie, ktorú práve vyvíjal. Aplikácia mala byť alternatívou k programu Winbox spustiteľnou na mobilných zariadeniach s operačným systémom Windows Mobile a využívať Mikrotik API na komunikáciu s RouterOS. Žiaľ, všetko nasvedčuje tomu, že ani po viac ako 4 rokoch sa mu aplikáciu nepodarilo dostať do použiteľného stavu a projektu sa pravdepodobne už nevenuje. Odvtedy sa autor na Internete už ani raz nezmienil o ďalšom vývoji tejto aplikácie. Veľmi príjemné prepracovanie grafickej stránky tejto aplikácie je znázornené na obrázku 5.



Obrázok 5: Ukážka aplikácie MinBox

2.6 CFbox

Ďalšia aplikácia, ktorá využíva na komunikáciu s RouterOS Mikrotik API, a jej autor ju prezentoval na Internete, je CFBox. Autor ju prezentuje ako aplikáciu, ktorá uľahčuje nastavovanie antény pripojenej k RouterBoard Mikrotik podľa intenzity signálu za pomoci zariadení s operačným systémom Windows Mobile. Pravdepodobne ani inú funkcionálnu aplikáciu CFBox neposkytuje. Žiaľ, autor neposkytol túto aplikáciu voľne na stiahnutie, ale je ochotný zaslať ju e-mailom za peňažný poplatok. Keď som mal o aplikáciu záujem, požadovaná cena bola 10 €.

exit stop conn

	iface	mac		dB
	Most5G	00:0E:8E:20:	●●	-66
	TTech2	00:4F:62:1E:	●●	-66
	TTech2	00:AA:AB:01:	●●	-63
	TTech2	00:0E:2E:BA:	●●	-63
▶	TTech4	00:30:CD:83:	●●	-69
	TTech2	00:30:CD:0D:	●●	-77
	TTech4	00:0E:E8:E6:	●●	-66
	TTech2	00:4F:62:1B:	●●	-66
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-

Obrázok 6: Ukážka aplikácie CFbox

3 Operačné systémy a ich podporované platformy

Cieľom tejto kapitoly je priblížiť a porovnať najrozšírenejšie operačné systémy používané na mobilných zariadeniach v Slovenskej a Českej republike a popísať štyri základné platformy, používané v týchto operačných systémoch. Konkrétne ide o Dalvik, Symbian SDK, .NET Compact Framework a Java ME.

3.1 Operačné systémy

3.1.1 Google Android OS

OS Android bol navrhnutý firmou Android Inc. a v roku 2005 ju odkúpila firma Google, ktorá v roku 2007 vydala ukážkovú verziu Android SDK, ktoré obsahovalo vývojové prostredie, debugger¹³, emulátor a ukážky zdrojových kódov. V súčasnosti je zverejnená finálna verzia Android SDK 3.0. Taktiež v roku 2007 bolo založené konzorcium Open Handset Alliance, ktoré zoskupovalo 34 výrobcov mobilných zariadení a postupne sa pridávali ďalší. Hlavným cieľom tejto aliancie je vytvárať a presadzovať štandardy software a hardware pre mobilné zariadenia. V súčasnosti iba firmy Nokia a Apple nepatria do tejto aliancie. V Slovenskej republike sa ako prvý mobilný telefón s operačným systémom Android začal predávať začiatkom roku 2009 prístroj G1 od mobilného operátora T-Mobile.

OS Android je založený na Linuxovom jadre verzie 2.6. Ten zaisťuje správu procesora, pamätí, siete, prístup k senzorom, atď. Na tomto jadre sú spustené Android knižnice spolupracujúce s Android Runtime. Vývojári museli celý systém prispôbiť pre hardware s nižším výkonom. Oficiálne vývojové prostredie pre aplikácie spustiteľné na OS Android je Eclipse verzia 3.2 a novšie, do ktorého je potrebné doinštalovať Android Development Tools. ADT je plugin pre vývoj aplikácií na OS Android a v súčasnosti jeho najnovšia verzia 10.0.1 je dostupná na stránkach [9]. Od štvrtého kvartálu roku 2010 sa stali zariadenia s OS Android najpredávanejšie na trhu s novými smartphonmi. V súčasnosti sa tento operačný systém stáva fenoménom na trhu s mobilnými zariadeniami aj vďaka svojmu intuitívnemu prostrediu či množstvu praktických funkcií, ktoré poskytuje. Rozšírenosť mobilných zariadení s OS Android sa rozrášťa aj vďaka (Android Marketu) – obchodu s aplikáciami. V súčasnosti totiž ponúka viac ako 70 000 aplikácií, pričom väčšina z nich je dostupná bezplatne. Výber je teda naozaj veľký a v obchode nájdete mnoho zaujímavých programov či hier. Ku všetkým aplikáciám však môžete pristupovať len z mobilného telefónu. Existujú odhady, podľa ktorých bude v roku 2012 OS Android najpoužívanším operačným systémom v smartphone zariadeniach. Všetky podrobnejšie informácie môžete nájsť na internetových stránkach OS Android [10].

¹³ Počítačový program, ktorý sa využíva na odhalenie chýb v iných programoch.



Obrázok 7: Ukážka Android OS

3.1.2 Symbian OS

Momentálne najrozšírenejším operačným systémom pre mobilné zariadenia je bezpochyby Symbian OS, aj keď jeho ďalšie dominantné postavenie na trhu je veľmi otáznne, jeho hlavným konkurentom je v súčasnosti Android OS a Windows Phone 7. Je to otvorený operačný systém pre mobilné telefóny, do ktorého môže užívateľ doinštalovať certifikátom podpísané aplikácie, ktoré nebudú takmer v ničom obmedzené. Užívatelia si môžu s telefónom robiť skoro všetko čo chcú, a tým naplno využiť jeho možnosti. Existuje niekoľko sérií Symbian OS podľa typu a výbavy prístroja, v ktorom je nainštalovaný. Jeho počiatky siahajú veľmi dávno, má veľa spoločného s EPOCom firmy PSION. Spoločnosť Symbian bola založená v roku 1998 v spolupráci piatich svetových výrobcov mobilných telefónov. V súčasnosti je už vlastníkom všetkých akcií finsky výrobca mobilných telefónov Nokia, ktorý sa snažil od roku 2008 o to, aby Symbian OS bol Open Source¹⁴. Takáto transformácia z uzavretého kódu na Open Source je podľa Symbian Foundation najväčšia v histórii. Každý si ho môže prehliadať, editovať a vydávať vlastné verzie. Vo februári 2010 bola mobilná platforma Symbian, ktorá poháňa väčšinu telefónov od Nokie uvoľnená ako Open Source pod licenciou Eclipse Public License. Symbian sa však ako Open Source projekt dlho neudržiaval a koncom roka 2010 ho organizácia Symbian Foundation ukončila. Zdrojové kódy firma Nokia opäť sprístupnila až začiatkom apríla 2011, ale licencia pod ktorou boli sprístupnené nespĺňa základné podmienky, ktoré musí každý Open Source software spĺňať. Navyše sú záujemcom sprístupnené tieto zdrojové kódy až po registrácii. Spoločnosť nakoniec vydala prehlásenie, že zdrojové kódy Symbianu nie sú otvorené a nie všetci sa k nim dostanú. Všetky podrobnejšie informácie môžete nájsť na internetových stránkach Symbian OS [11].

¹⁴ Software ktorý musí mať dostupný zdrojový kód.



Obrázok 8: Ukážka Symbian OS

3.1.3 iOS

Operačný systém iOS vytvorila firma Apple v roku 2007 pre svoj dnes už legendárny smartphone známy ako iPhone, ktorý hneď po uvedení na trh spôsobil doslova revolúciu v chápaní a využití prístrojov kategórie smartphone. Tento operačný systém priniesol do sveta smartphonov veľa nových myšlienok, ktoré časom prevzali prakticky všetci výrobcovia operačných systémov pre mobilné zariadenia. Tento OS je výhradne využívaný firmou Apple pre svoje zariadenia iPod Touch, iPhone a iPad a na žiadnych iných zariadeniach sa nenachádza. Jeho aktuálna verzia je 4.3. Všetky aplikácie, ktoré chce užívateľ využívať v tomto OS musí získať z iTunes Apple, čo je vlastne obchod s voľne dostupnými aj platenými aplikáciami pre iOS. Celkové veľmi špecifické zameranie tohto OS na produkty značky Apple sa prejavilo aj vo vývoji aplikácií. Žiaľ všetky nástroje a knižnice pre vývoj sú dostupné iba v operačnom systéme MacOS, ktorý sa nachádza výhradne na počítačoch od firmy Apple, a preto je nutné vlastniť takéto zariadenie. Veľmi to obmedzuje vývojárov pre túto, aj bez toho veľmi uzavretú platformu. Všetky podrobnejšie informácie o tomto operačnom systéme a zariadeniach od firmy Apple získate na internetovej stránke [12]. Ukážka operačného systému je na obrázku 9.



Obrázok 9: Ukážka iOS

3.1.4 Windows Mobile

Operačný systém Windows Mobile je produkt firmy Microsoft bežiaci na jadre Windows CE. On a jeho predchodca PocketPC je odpoveďou firmy Microsoft na operačné systémy pre smartphony od iných firiem. Celý tento systém prešiel dlhým vývojom ako ukazuje obrázok 10. Systému je veľmi často vyčítaná jeho zložitosť, uzavretosť a neprehľadnosť, ale tieto negatívne vlastnosti sú vyvážené širokou podporou aplikácií a zariadení. Príchodom Windows CE 5 a následne Windows Mobile 5 Microsoft integroval .NET Compact Framework, čo je odlahčená verzia .NET Frameworku. Ten do značnej miery uľahčuje a zrýchľuje vývoj aplikácií pre túto platformu. Platforma .NET Compact Framework sa venuje kapitola 3.2.3.



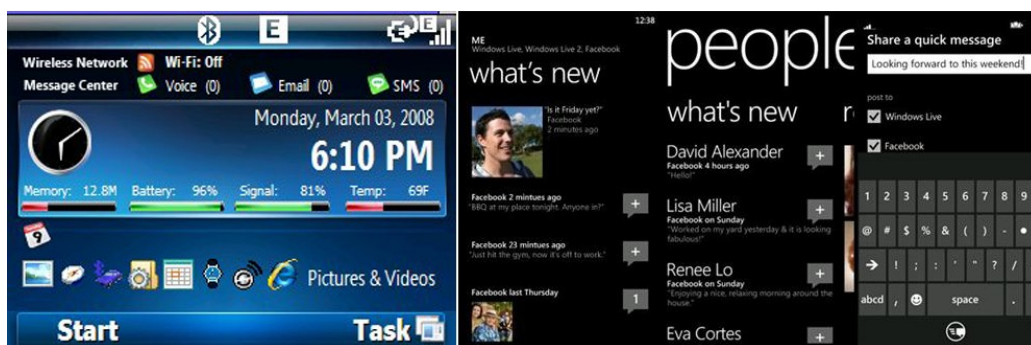
Obrázok 10: Časová osa vývoja Windows CE prevzatá z [13]

Vývojové prostredie Visual Studio 2003 a novšie majú integrovanú podporu pre tento framework. Žiaľ, momentálne najnovšia verzia označená Visual Studio 2010 už nepodporuje .NET Compact Framework. Grafické rozhranie GUI aplikácie je tak možné vytvárať pomocou grafických formulárov, v ktorých si programátor iba výberom nastavuje atribúty jednotlivých elementov a následne sa dopisuje iba funkcionality aplikácie. Natívnym jazykom pre vývoj v tomto systéme je C#, ale môžeme použiť aj Visual Basic alebo iné jazyky, ktoré podporuje .NET Framework. Všetky použité informácie o tomto operačnom systéme sú z oficiálnych stránok firmy Microsoft [14].

Windows Mobile umožňuje zariadeniam prijímať a odosielať e-maily, sledovať denný plán a organizovať kontakty, prehľadávať Internet, odosielať a prijímať SMS alebo MMS správy, čítať a písať súbory aplikácie Microsoft Word Mobile, vytvárať grafy aplikácie Microsoft Excel Mobile, prezerať prezentácie aplikácie Microsoft PowerPoint a mnoho ďalšieho. Windows Mobile je univerzálna platforma, ktorá zariadenie umožňuje prispôsobiť prevzatím software od iných výrobcov. Môžete preberať elektronické knihy, hry, mapy, podnikový softvér a iné aplikácie. Hlavnou výhodou pre používateľov je takmer identické užívateľské rozhranie operačného systému a aj samotných aplikácií s operačným systémom Microsoft Windows na ich notebooku alebo stolnom počítači. Užívateľ môže napríklad pracovať v graficky veľmi

podobnom prostredí programov balíčka Microsoft Office na svojom stolnom počítači a zároveň aj v mobilnom zariadení, ktoré vlastní.

Spoločnosť Microsoft začiatkom roku 2010 predstavila svoj nový operačný systém, ktorý by mal byť nástupcom WM 6.5 a bude ním Windows Phone 7. Windows Phone 7 Series je postavený na úplne novom jadre, čo prináša zmenu celého prostredia. Klasické prvky, ako ponuka Štart alebo úprava položiek na Today obrazovke sú preč. Samotný systém sa inšpiroval prostredím prehrávača Zune HD. Windows Phone 7 Series je určený iba pre kapacitné displeje a ponúkne tiež ovládanie hlasom. Jediným legálnym spôsobom ako nainštalovať aplikáciu do tohto operačného systému je jej stiahnutie a v prípade platenej aplikácie jej kúpa z Marketplace. Predchádzajúce verzie Windows Mobile ostali bez zmeny, ale kompatibilita aplikácií nebola zachovaná. Pri uvedení na trh nebola zachovaná ani podpora kopírovania textu medzi aplikáciami. Noví potenciálni majitelia telefónov so systémom Windows Phone 7 tak mohli zabudnúť na funkciu kopírovania textu do „clipboardu“, ktorá bola samozrejmosťou predchádzajúcich verzií operačných systémov Windows Mobile. Toto obmedzenie bolo však začiatkom roka 2011 odstránené ako odpoveď na veľký dopyt užívateľov na túto funkčnosť. Okrem odstránenia multitaskingu, či flashu je tu tak ďalšia podobnosť s iPhone, ktorú však bežní používatelia opäť nemusia veľmi oceniť. Windows Mobile sa pomaly začína vytrácať z mobilných zariadení, teda z PDA a inteligentných telefónov. Mobilnú verziu operačného systému Microsoft postupne vytláča konkurencia. Podľa číselných údajov zverejnených spoločnosťou Net Applications klesol trhový podiel Windows Mobile asi o tretinu bodu, pričom uvoľnené miesto zabrali Apple iOS a Google Android OS. Na obrázku 11 je ukážka poslednej verzie Windows Mobile 6.5 a zobrazený je aj nový operačný systém Windows Phone 7.



Obrázok 11: Windows Mobile 6.5 vs. Windows Phone 7

3.2 Podporované platformy v operačných systémoch

3.2.1 Dalvik

Dalvik je virtuálny stroj pre programy napísané v jazyku Java pre platformu Google Android. Android obsahuje sadu základných knižníc, ktoré poskytujú väčšinu funkcií dostupných v hlavných knižniciach programovacieho jazyka Java. Každá aplikácia v Android OS beží vo vlastnom procese, s vlastnou inštanciou Dalvik virtuálneho stroja. Dalvik bol napísaný tak, že na

zariadení môže bežať viacero virtuálnych strojov efektívne. Celá platforma sa skladá z týchto častí:

- programovací jazyk Java,
- Dalvik Executable,
- virtuálny stroj Dalvik,
- štandardná knižnica, založená na časti projektu Apache Harmony, ale nekompatibilná s Java SE alebo inou platformou,
- vývojové prostredie a prekladač Java .class súborov do formátu .dex.

Formát dex a celý stroj Dalvik sú navyše registrovo orientované, na rozdiel od zásobníkového modelu Java. Celý formát dex je optimalizovaný pre minimálne nároky na pamäť. Dalvik Virtual Machine spolieha na linuxové jadro v základných funkciách, ako sú spracovanie vlákien a low-level správa pamäte. Nie je možné zobrať ľubovoľný program v jazyku Java a spustiť ho na platforme Android pre nekompatibilitu na úrovni bytekódu a štandardných knižníc.

3.2.2 Symbian SDK

Hlavnou výhodou je natívna úroveň kódu, aj keď nie v štandardnej implementácii. Najmä preto sú tieto aplikácie omnoho rýchlejšie oproti aplikáciám implementovaným v .NET Compact Framework. Aplikácie je možné vyvíjať vo vývojových prostrediach Microsoft Visual Studio [15], Eclipse [16] alebo Nant [17]. Primárny programovací jazyk je C++ a prioritne je určený pre vývoj plnohodnotných aplikácií.

3.2.3 .NET Compact Framework

Pre mobilné zariadenie ako PDA, mobilné telefóny a iné podobné zariadenia firma Microsoft vytvorila .NET Compact Framework. Vo všeobecnosti tento Framework spadá pod rámec .NET Framework. Celý rámec bol navrhnutý pre beh na platforme Windows CE, a tak je automaticky použiteľný aj na nadstavbových operačných systémoch ako je Windows Mobile alebo jeho predchodca PocketPC. Aplikácie napísané v .NET Frameworku sú poznateľne pomalšie najmä preto, že nie je natívny. Pri Windows Mobile a .NET Compact Framework je rozdiel v rýchlosti oproti natívnym aplikáciám ešte omnoho väčší. Je treba ale podotknúť, že pri dnešnom hardwarovom výkone mobilných zariadení tieto obmedzenia bežný užívateľ pri jednoduchej aplikácii nepostrehne. Používa niektoré zhodné knižnice ako klasický .NET Framework a tiež pár knižníc dizajnovaných špeciálne pre mobilné zariadenia, ako je napríklad Windows CE InputPanel alebo GPS. Aplikácie je možné vyvíjať vo vývojových nástrojoch Microsoft Visual Studio, Nant alebo PellesC a v programovacích jazykoch C# a Visual Basic .NET. Je primárne určený pre vývoj plnohodnotných aplikácií.

Primárnym programovacím jazykom pre .NET Compact Framework je C#. Tretia verzia tohto jazyka vyšla v roku 2007 spolu s .NET Compact Framework 3.5. C# bol od začiatku vyvíjaný ako objektový programovací jazyk a okrem iného podporuje generické dátové typy, delegátov, čiastočné triedy, dotazovací jazyk LINQ, ktorý je možné použiť nad objektami databáz alebo XML súbormi. Medzi základné vlastnosti jazyka, ktoré uľahčujú prácu s kódom patrí napríklad Garbage Collecting, dedičnosť a zapuzdrenie. C# je teda vysoko úrovňový objektovo

orientovaný programovací jazyk určený pre tvorbu webových aplikácií, desktopových programov alebo aplikácií pre mobilné zariadenia. Vďaka projektu Mono [18] je spustiteľný nielen na platforme Windows, ale môžeme ho používať aj na iných platformách ako Linux alebo MacOS. Projekt Mono dokonca dokáže bežať aj na iných zariadeniach ako Sony Playstation, Nintendo Wii alebo Apple iPhone. V marci 2010 ohlásila spoločnosť Novell vývoj novej vetvy projektu Mono pre operačný systém Android s názvom MonoDroid. V súčasnosti je možné projekt MonoDroid stiahnuť a nainštalovať iba na Android Emulátor.

3.2.4 Java ME

Program v jazyku Java je interpretovaný prostredníctvom virtuálneho stroja JVM¹⁵, vďaka čomu je nezávislý na konkrétnom hardware či operačnom systéme. Štandardná funkcionálna potrebná pre minimálnu podporu vyžadovanú pre ľubovoľné prostredie Java, zahŕňa balík Java SE. Pridaním rozširujúcich knižníc k tejto distribúcii vznikne Java EE¹⁶, čo je platforma využívaná pre serverové riešenia. Oproti Java SE obsahuje navyše knižnice pre vývoj bezporuchových, distribuovaných, viacvrstvových aplikácií bežiacich na aplikačnom serveri. Bohužiaľ, systémové nároky sa s každou novou verziou stále zvyšovali a Java už nespĺňala požiadavky, pre ktoré bola pôvodne vytvorená. V tej dobe vzrástol dopyt po Jave ako programovacím jazyku pre menšie zariadenia a čipové karty. Sun odpovedal na tento dopyt v roku 2000 vydaním distribúcie pre mobilné zariadenia Java ME.

Java ME a Java SE sa nelíšia v jazyku, ale v dostupných aplikačných programových rozhraniach API. Oproti klasickej Java SE, ktorá sa používa na stolných počítačoch, platí pre programovanie aplikácií niekoľko obmedzení. Najmä v rýchlosti zariadenia, ktorá je niekoľkonásobne nižšia, veľkosti pamäte, malý displej pre zobrazenie dát, obmedzený počet farieb na displeji, rýchlosť pripojenia Internetu atď. Okrem týchto obmedzení sú ale naopak do Java ME pridané podpory rôznych technológií ako napríklad Bluetooth alebo možnosť snímania obrázku z integrovaného fotoaparátu. Java ME nie je jedinou entitou, ale súborom špecifikácií, ktoré definujú určitú časť platformy. Každá z nich je použiteľná pre určitú podmnožinu celej kolekcie spotrebičov. Podmnožina úplného programovacieho prostredia pre určité zariadenia je definovaná jedným alebo viacerými profilmi, ktoré rozlišujú schopnosti konfigurácie. Konfigurácie a profily závisia na povahe daného hardwaru a cieľovej oblasti trhu. Každá konfigurácia je špecifická, poskytuje virtuálny stroj JVM a základné knižnice tried. Poskytujú potrebné API, ktoré môžu byť použité s určitým typom zariadení. Dávajú základnú funkcionálnu pre určitú skupinu zariadení, ktoré zdieľajú podobné charakteristiky:

- typ a veľkosť dostupnej pamäte,
- typ a frekvencia procesoru,
- typ dostupného sieťového pripojenia.

Konfigurácia definuje minimálnu platformu pre dané zariadenie. Java ME definuje dve základné konfigurácie CLDC a CDC. Profil dopĺňa konfiguráciu o ďalšie triedy, poskytujúce požadované funkcie pre určitý typ zariadení alebo pre segment trhu. Pri oboch konfiguráciách Java ME je definovaných minimálne jeden alebo viac profilov. Pre konfiguráciu CLDC sú definované profily MIDP 1.0 a MIDP 2.0.

¹⁵ Virtuálny stroj jazyka Java.

¹⁶ Prostredie pre beh aplikačných serverov.

4 Mikrotik

4.1 RouterOS

MikroTik RouterOS je operačný systém pre hardware lotyšskej firmy Mikrotik, ktorá vyrába počítačové sieťové zariadenia, konkrétne pre ich produkt RouterBoard. Tento operačný systém môže byť nainštalovaný aj na desktopovom počítači, ktorý sa tým premení na výkonný router so všetkými potrebnými funkciami ako smerovanie, firewall, riadenie šírky pásma, prístupový bod, hotspot brána, QoS¹⁷, VPN¹⁸ server a podobne, ktoré bežia na jenom zariadení. Systém podporuje viac procesorov a viac jadier procesorov, a tak môže byť nainštalovaný aj na najnovších počítačoch s procesormi Intel alebo AMD. Pre inštaláciu vyžaduje minimálne 64MB voľného miesta na pevných diskoch s rozhraním IDE alebo SATA, prípadne na vymeniteľných médiách USB alebo SD karte. RouterOS je stand-alone operačný systém, a tak je ho možné spustiť aj z USB zariadenia bez nutnosti inštalácie. Je založený na Linuxovom jadre verzie 2.6. Cieľom celého RouterOS je, aby boli všetky funkcie po rýchlej a jednoduchej inštalácii ľahko použiteľné v operačnom systéme. Prvá verzia RouterOS bola oficiálne publikovaná v roku 1995. Následné skúsenosti viedli k vývoju smerovacieho softwaru MikroTik RouterOs v2, ktorý priniesol lepšiu stabilitu, ovládateľnosť a flexibilitu systému. Aktuálne stabilná verzia, ktorá je dostupná na oficiálnych stránkach [1] je verzia 4.17. Od apríla 2011 je dostupná aj finálna verzia RouterOS 5.0, ktorá priniesla veľa noviniek ako napríklad vylepšené užívateľské rozhranie, rozšírenie podpory pre IPv6 a MPLS¹⁹ a konfiguráciu z mobilných zariadení. Celý operačný systém je licencovaný v stupňoch licencie, pričom vyššia úroveň vždy uvoľní nové funkcie operačného systému. Tak isto aj licenčný poplatok stúpa s výškou licencie. Tabuľka 1 podrobne ukazuje možnosti RouterOS v rôznych stupňoch licencie. Dostupným programom na konfiguráciu RouterOS sa venuje kapitola 2. V súčasnosti má tento operačný systém prioritné využitie hlavne u lokálnych ISP. MikroTik zdarma ponúka skúšobnú verziu RouterOS v plnej verzii na stiahnutie zo svojich stránok v podobe obrazu CD disku. RouterOS podporuje mnoho technológií a protokolov, ktoré môžu využívať stredný až veľký ISP ako napríklad OSPF²⁰, BGP²¹, MPLS, IPv6 atď. To, že sú všetky tieto funkcie implementované iba v jednom zariadení a na internetovom fóre a Wiki firmy Mikrotiku sú dostupné rôzne ukážky konfigurácii, robí RouterOS univerzálnym systémom. Tento software poskytuje podporu pre prakticky všetky sieťové rozhrania, ktoré jadro Linuxu 2.6.16 podporuje. (10 Gb ethernet, 802.11 a/b/g/n, 3G modemy atď.) Všetky podrobnejšie informácie sú dostupné na internetových stránkach firmy Mikrotik [1].

17 Rezervačný a kontrolný mechanizmus v počítačových sieťach pre dosiahnutie kvality služby.

18 Počítačová technológia slúžiaca pre vytvorenie virtuálnej privátnej siete cez verejnú infraštruktúru.

19 Technológia, ktorá využíva pre urýchlenie cesty paketu v sieti princíp prepínaných značiek.

20 Smerovací protokol kategórie Link State.

21 Smerovací protokol využívaný v Internete.

	Level licencie RouterOS					
	0 - Free	1 - Demo	3 - WISP CPE	4 - WISP	5 - WISP	6 - Controller
Cena	-	registrácia	dohodou	45\$	95\$	250\$
Ugrade do	-	-	ROS v5.x	ROS v5.x	ROS v6.x	ROS v6.x
Wi-Fi AP	-	-	-	Áno	Áno	Áno
Wi-Fi klient	24hod.	-	Áno	Áno	Áno	Áno
RIP, OSPF, BGP	24hod.	-	Áno ²²	Áno	Áno	Áno
EoIP	24hod.	1 ²³	neobmedzené	neobmedzené	neobmedzené	neobmedzené
PPPoE	24hod.	1	200	200	500	neobmedzené
PPTP	24hod.	1	200	200	500	neobmedzené
L2TP	24hod.	1	200	200	500	neobmedzené
OVPN	24hod.	1	200	200	500	neobmedzené
Vlan	24hod.	1	neobmedzené	neobmedzené	neobmedzené	neobmedzené
HotSpot aktívny užívateľia	24hod.	1	1	200	500	neobmedzené
Radius klienti	24hod.	-	Áno	Áno	Áno	neobmedzené
Fronty	24hod.	1	neobmedzené	neobmedzené	neobmedzené	neobmedzené
Web proxy	24hod.	-	-	Áno	Áno	Áno
Aktívne relácie konfigurácie	24hod.	1	10	20	50	neobmedzené

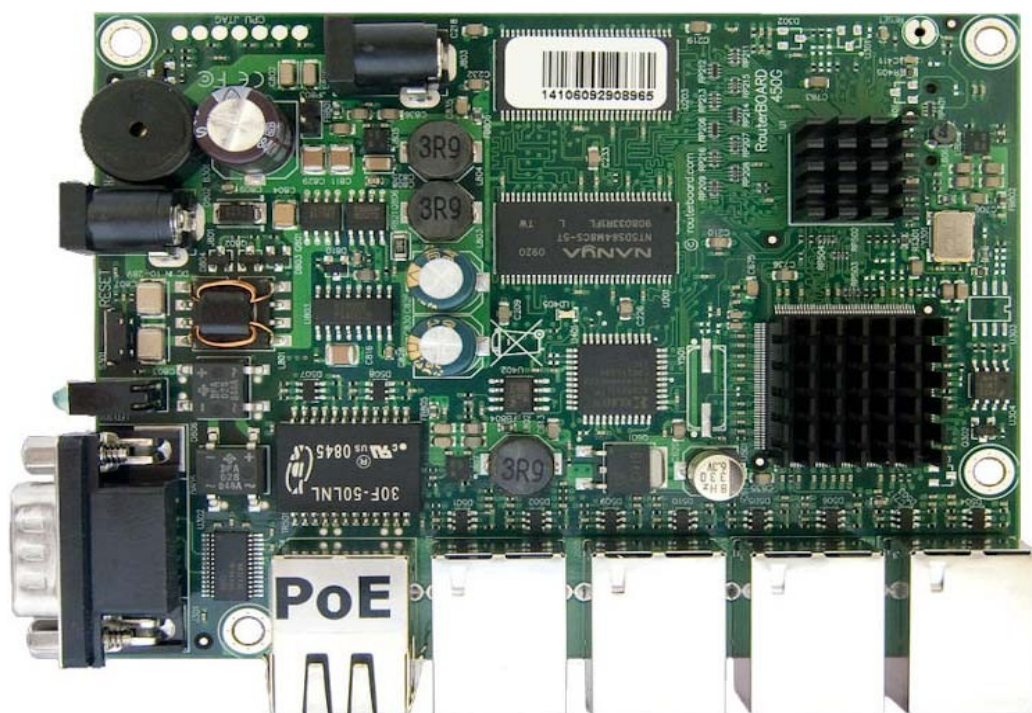
Tabuľka 1: Možnosti sprístupnené v RouterOS rozdelené podľa licencie

4.2 RouterBoard

Hardware dizajnovaný priamo pre Mikrotik RouterOS sa predáva pod označením RouterBoard. Tieto zariadenia disponujú typicky 32MB až 256MB operačnou pamäťou a ich procesor pracuje na frekvencii 300 MHz až 1333MHz. Dolnú hranicu týchto parametrov môžeme nájsť v zariadeniach s licenciou 3 – 4 a hornú hranicu výhradne v zariadeniach Mikrotik RouterBoard s licenciou 6. V závislosti od modelu RouterBoardu môže disponovať slotom pre microSD kartu, miniPCI kartu, 3G modemom alebo USB 2.0 rozhraním. Obľúbili si ho hlavne lokálni poskytovatelia Internetu, typicky pre poskytovanie širokopásmového bezdrôtového prístupu v odľahlých oblastiach bez pokrytia xDSL technológiou. Hlavnou výhodou oproti iným riešeniam pre ISP je cena týchto zariadení, ktorá je neporovnateľne nižšia oproti iným výrobcům. Zakúpením zariadenia RouterBoard jeho majiteľ automaticky získava licenciu na RouterOS v závislosti od zakúpeného modelu. Jedno z mnohých zariadení RouterBoard je na obrázku 12, ide o model RB450G, na ktorom bola celá aplikácia vyvíjaná a testovaná.

²² BGP je dostupné iba v zariadeniach RouterBoard v ostatných zariadeniach až od licencie 4.

²³ Počet aktívnych relácií.



Obrázok 12: RouterBoard RB450G s licenciou Level 4

4.3 Mikrotik API

Od verzie RouterOS 3.0 firma Mikrotik pridala podporu protokolu určeného pre implementáciu vlastných konfiguračných nástrojov, ktorý nazvala Mikrotik API. Poskytla tak programátorom takmer neobmedzené možnosti pri vývoji vlastných alternatív programu Winbox, ktorému sa podrobne venuje kapitola 2.1. Tento komunikačný protokol využíva TCP port 8728 a v základnej konfigurácii RouterOS je zakázaný. Ak chceme toto API využívať musíme ho najskôr pomocou príkazového riadka CLI povoliť príkazom 1, alebo v programe Winbox zapnúť v (Menu -> IP -> Service).

```
ip service enable api
```

Výpis 1: Príkaz pre povolenie Mikrotik API v RouterOS pomocou CLI

4.3.1 Popis komunikačného protokolu

Dátový tok v tomto protokole je formátovaný ako sekvencia slov. Slová sú zasielané ako pole bajtov, pričom z každého slova je najskôr podľa tabuľky 2 vypočítaná jeho dĺžka, ktorú po odoslaní nasleduje samotný obsah vety. Všetky slová sú zoskupené do viet a koniec vety je zakončený slovom s nulovou dĺžkou. Aj keď schéma podľa tabuľky 2 podporuje kódovanie dĺžky slova až do 0x7FFFFFFF čo predstavuje 5 bajtov, samotný komunikačný protokol podporuje kódovanie slov iba do dĺžky 4 bajtov čiže 32 bitov. Po prijatí neznámeho kontrolného bajtu

nemôže klient využívajúci protokol Mikrotik API pokračovať v svojej činnosti, pretože nebude vedieť ako má interpretovať nasledujúci dátový tok. Všetky prázdne vety sú ignorované a všetky vety sú spracovávané až po prijatí posledného slova s nulovou dĺžkou.

Dĺžka slova	Počet bajtov	Kódovanie
$0 \leq \text{dĺžka} \leq 0x7F$	1	dĺžka, najnižší bajt
$0x80 \leq \text{dĺžka} \leq 0x3FFF$	2	dĺžka $0x8000$, dva menšie bajty
$0x4000 \leq \text{dĺžka} \leq 0x1FFFFF$	3	dĺžka $0xC00000$, tri menšie bajty
$0x200000 \leq \text{dĺžka} \leq 0xFFFFFFFF$	4	dĺžka $0xE0000000$
$\text{dĺžka} \leq 0x10000000$	5	$0xF0$ a dĺžka ako štyri bajty

Tabuľka 2: Tabuľka kódovania slov v protokole Mikrotik API

4.3.2 Popis príkazov a príklad komunikácie

Vždy prvé slovo v komunikácii je vyhradené pre samotný príkaz, za ktorým potom nasledujú argumenty požadovaného príkazu. V CLI sú jednotlivé menné priestory oddelené prázdny znakom, ale v Mikrotik API sú tieto menné priestory oddelené „/“ a rovnakým znakom musí začínať aj samotný príkaz. Ukážky takýchto príkazov sú vo výpise zdrojového kódu 2.

```
/ip/firewall/filter/print
/system/package/enable
/interface/bridge/nat/add
```

Výpis 2: Ukážka príkazov v protokole Mikrotik API

Na zdrojovom kóde 3 je zobrazený na riadkoch 2 až 4 príkaz v tvare, v akom je odosielaný aplikáciou, ktorá využíva protokol Mikrotik API. Význam jednotlivých riadkov zdrojového kódu:

1. textová reprezentácia príkazu,
2. dĺžka príkazu z prvého riadku vypočítaná podľa tabuľky 2,
3. textový príkaz prevedený na pole znakov,
4. ukončenie príkazu slovom s nulovou dĺžkou.

```
/system/reboot
0x0E
 '/' 's' 'y' 's' 't' 'e' 'm' '/' 'r' 'e' 'b' 'o' 'o' 't'
0x00
```

Výpis 3: Ukážka príkazu v protokole Mikrotik API v odosielanom tvare

Definícia argumentov príkazu musí začínať znakom „=“, ktorý je nasledovaný názvom argumentu a od hodnoty argumentu, ktorá nasleduje ihneď po ňom ho oddeľuje opäť rovnaký znak. Hodnota argumentu môže byť prázdna a v jednom slove môže byť uvedených viac argumentov tak, ako aj môžu argumenty nasledovať za príkazom bez použitia nového slova. Poradie argumentov môže byť rôzne, keďže príkaz je vykonávaný až po zaslaní všetkých argumentov a ukončení vety slovom s nulovou dĺžkou. Ukážka argumentov, ktoré môžu nasledovať za príkazom je na zdrojovom kóde 4.

```
=src-address=192.168.0.100
=dst-address=192.168.10.100
=src-port=80
=protocol=TCP
=action=accept
```

Výpis 4: Ukážka argumentov nasledujúcich po príkaze v protokole Mikrotik API

V protokole existujú špecifické Mikrotik API argumenty, ktoré začínajú „.“ ako napríklad argument „.id“. Jedine príkaz končiaci „print“ môžeme bližšie špecifikovať dotazmi, ktoré začínajú znakom „?“. V jednej vete môže byť viac dotazov, pričom tie ktoré zlyhajú sú zanedbané a ostatné sú vykonané. Dotazy sú bližšie špecifikované podľa pravidiel, ktoré sú dostupné na internetových stránkach a popisujú Mikrotik API [19]. V súčasnosti jediný argument pred ktorým nie je znak „=“ je parameter „.tag“. Ten môžeme využiť, ak budeme chcieť spustiť viac príkazov súčasne bez nutnosti čakania na predchádzajúcu odpoveď. Na základe tohto argumentu môžeme rozlišovať odpovede na predchádzajúce príkazy. Na každý príkaz je vygenerovaná aspoň jedna odpoveď, ktorá vždy začína sekvenciou znakov „!re“ a ukončená je sekvenciou „!done“. Ak došlo k nečakanej chybe v definícii syntaxe príkazu alebo jeho argumentov odpoveď začína „!trap“ a ukončená je taktiež sekvenciou „!done“. Na obrázku 13 je ukážka komunikácie medzi RouterOS a aplikáciou, ktorá využíva Mikrotik API, fialovou farbou sú označené správy od klienta a zelenou správy z RouterOS.

```
/system/resource/print
=.proplist=uptime,cpu-load,uptime.oid,cpu-load.oid
!re
=uptime=01:22:53
=cpu-load=0
=uptime.oid=.1.3.6.1.2.1.1.3.0
=cpu-load.oid=.1.3.6.1.2.1.25.3.3.1.2.1
!done
```

Obrázok 13: Ukážka komunikácie v protokole Mikrotik API

5 Špecifikácia zadania a výber platformy

Táto kapitola sa zaoberá upresnením zadania diplomovej práce. Popisuje prostriedky použité na vytvorenie vlastnej aplikácie pre konfiguráciu RouterOS pomocou jednoduchých formulárov nazvanej WMBox a požiadavkami na jej prevádzku. Ďalej zdôvodňuje, prečo je aplikácia WMbox implementovaná práve v jazyku C# s využitím .NET Compact Framework a porovnáva, aké sú možnosti spustiť túto aplikáciu v rôznych operačných systémoch. Súčasťou je tiež tabuľka možností výsledného produktu a porovnanie s už existujúcimi nástrojmi na konfiguráciu RouterOS.

5.1 Podrobná špecifikácia zadania

Cieľom tejto diplomovej práce je navrhnúť a implementovať aplikáciu, distribuovanú ako freeware, ktorá by bola náhradou programu Winbox. Táto aplikácia má byť spustiteľná na mobilných zariadeniach pracujúcich na operačnom systéme Windows Mobile okrem verzie Windows Phone 7, ktorá v čase výberu diplomovej práce a začiatku analýzy a implementácie ešte nebola uvedená na trh. Zároveň by mala byť spustiteľná aj na zariadeniach, ktoré podporujú .NET Compact Framework, ktorému sa podrobnejšie venuje kapitola 3.2.3 a disponujú pripojením k Internetu. Aplikácia má umožňovať pomocou grafického užívateľského rozhrania konfiguráciu a monitorovanie aktívnych sieťových počítačových prvkov RouterBoard Mikrotik, ktoré pracujú na operačnom systéme RouterOS. Ako implementačné prostredie bude použitý .NET Compact Framework v najnovšej verzii 3.5 a za programovací jazyk som zvolil C#.

Pre samotnú komunikáciu s RouterOS môže aplikácia využívať iba protokol Mikrotik API, ktorý je určený pre vývoj vlastných konfiguračných a monitorovacích nástrojov pracujúcich na operačnom systéme RouterOS. Aplikácia má umožňovať konfiguráciu RouterOS 3+, keďže podpora tohto rozhrania bola pridaná do RouterOS až od verzie 3 a do verzie licencie 4. Podpora Wi-Fi technológie nebude po dohode s vedúcim diplomovej práce implementovaná nakoľko zariadenie, ktoré bude pri vývoji aplikácie slúžiť na testovanie nie je vybavené touto technológiou.

Po naštudovaní možností nastavení, ktoré poskytuje program Winbox svojim užívateľom pre bežné typy zariadení Mikrotik som zistil, že takmer všetky sú dostupné aj v protokole Mikrotik API. Pre veľký počet dostupných pluginov, ktoré je možné konfigurovať a ich rozsiahle možnosti nastavení nebude možné v diplomovej práci implementovať všetky pluginy. To znamenalo, že bude nutné vybrať určitú oblasť, ktorá bude implementovaná a pre zvyšné nepokryté možnosti vymyslieť a zapracovať jednoduchý systém pre pridávanie nových pluginov v prípade budúceho vývoja aplikácie. Toto riešenie je podrobnejšie popísané v kapitole 6.6.

5.2 Zdôvodnenie výberu platformy .NET CF

Vôbec prvotným impulzom pre implementáciu aplikácie WMbox boli neustále sa množiace príspevky na internetových fórach, ktoré sa zaoberajú problematikou poskytovania internetových služieb, v ktorých užívatelia hľadali program Winbox pre mobilné zariadenie. Na jednej z týchto stránok konkrétne [20] bola zverejnená anketa koľko užívateľov by uvítalo Winbox pre platformu

Windows Mobile. Do ankety sa zapojilo doteraz 100 návštevníkov a 80% z nich odpovedalo, že by privítalo takúto aplikáciu. Treba podotknúť, že tieto stránky navštevujú užívatelia takmer výhradne zo Slovenskej a Českej republiky, takže celosvetový dopyt po takejto aplikácii je mnohonásobne vyšší.

	.NET Compact Framework	Java ME	Symbian SDK	Dalvik
Windows Mobile	Áno	Áno	Nie	Nie
Windows Phone 7	Áno²⁴	Nie	Nie	Nie
Symbian OS	Nie	Áno	Áno	Nie
Android	Nie	Nie	Nie	Áno
Telefóny s vlastným OS	Nie	Áno ²⁵	Nie	Nie
Osobný počítač	Áno	Áno ²⁶	Áno	Nie

Tabuľka 3: Porovnanie podpory programovacích jazykov operačnými systémami

V dobe, kedy sa rozhodovalo pre akú platformu bude aplikácia WMbox primárne určená, mala platforma Windows Mobile približne 10,3% zastúpenie na trhu s mobilnými telefónmi. Tieto odhady sú zo začiatku roku 2010 a uvádza sa v nich aj rast podielu na trhu s mobilnými zariadeniami pre operačný systém Windows Mobile do roku 2014 približne na 12,8%. Podrobnejšie informácie o odhade podielu platforiem na trhu s mobilnými zariadeniami môžete nájsť na internetovej stránke [31]. Nič nenaznačovalo tomu, že firma Microsoft sa odkloní od svojej dlhoročnej politiky ohľadne inštalovania aplikácii a podpory vývoja vlastných aplikácii pre platformu Windows Mobile. Žiaľ v novom operačnom systéme Windows Phone 7 sú významné obmedzenia v oblasti inštalácie vlastných aplikácii, prakticky každú aplikáciu, ktorú chce užívateľ nainštalovať v tomto operačnom systéme musí stiahnuť z Marketplace, čo je vlastne obchod s aplikáciami pre túto platformu. Odhliadnuc od týchto, v dobe návrhu aplikácie nepredvídateľných problémov som sa rozhodol, že budem WMbox vyvíjať v .NET Compact Framework 3.5 a ako programovací jazyk som zvolil C#. Je pravdou, že ak by som zvolil platformu Java ME, tak podľa tabuľky 3 by bola aplikácia spustiteľná na viacerých platformách, ale by bola neporovnateľne náročnejšia na vývoj, hlavne pre obmedzené možnosti použitia grafických elementov v Java ME. Je potreba zdôrazniť, že WMbox nemá disponovať prepracovanou grafickou stránkou, dôležitejšie sú pre tento typ aplikácie prehľadné formuláre, ktoré sa dokážu dynamicky prispôbiť rozlíšeniu displeja zariadenia. Pokiaľ ide o emuláciu aplikácie určenej pre .NET Compact Framework na osobnom počítači, môžeme použiť Windows Mobile Profesional Emulátor prípadne PocketPC emulátor v závislosti pre akú verziu OS je aplikácia určená. Emulátor je integrovaný priamo vo vývojom nástroji Microsoft Visual Studio alebo je dostupný na adrese [21]. Bohužiaľ, emulátor nedokáže nahradiť na 100% mobilné zariadenie, napríklad nie je možné pripojiť externú kameru a používať ju v aplikáciách alebo využívať GPS modul, ale pre aplikáciu WMbox sú tieto obmedzenia nepodstatné.

²⁴ Nepodporuje MS SQL Compact Server, nepodporuje spätnú kompatibilitu a GUI je v MS Silverlight

²⁵ Telefóny s monochromatickým displejom zanedbávame

²⁶ Existujú obmedzenia pri simulácii Java ME na PC.

5.3 Prehľad možností aplikácie

Cieľom bolo implementovať aplikáciu spustiteľnú na mobilných zariadeniach s operačným systémom Windows Mobile, ktorá bude konfigurovať a monitorovať pomocou jednoduchých grafických formulárov RouterOS. Podpora integrovaného CLI nebola vyžadovaná najmä kvôli už existujúcemu programu PocketPuTTY, ktorý sprístupňuje CLI RouterOS pomocou pripojenia SSH alebo Telnet aj s inteligentným dopĺňaním príkazov a syntaxe. Komunikačný protokol Mikrotik API neumožňuje takéto inteligentné dopĺňanie príkazov a syntaxe. Tabuľka 4 obsahuje zoznam možností, ktorými aplikácia WMbox disponuje. Tabuľka taktiež porovnáva túto aplikáciu s ďalšími podobnými aplikáciami pre konfiguráciu RouterOS.

	Podpora pre Windows Mobile	Podpora pre iPhone a iPad	Grafické formuláre	Podpora CLI	Podpora skriptov	Licencia
WMbox	Áno	Nie	Áno	Nie	Áno	Freeware²⁷
Winbox	Nie	Nie	Áno	Áno	Áno	Freeware
PocketPuTTY	Áno	Áno	Nie	Áno	Áno	Freeware
Webbox	Áno	Áno	Áno	Nie	Nie	Freeware
TikBox	Nie	Áno	Áno	Nie	Nie	Shareware ²⁸
Minbox	Áno	Nie	Áno	Nie	Nie	?
CFbox	Áno	Nie	Áno	Nie	Nie	Shareware

Tabuľka 4: Prehľad možností aplikácie WMbox v porovnaní s podobnými aplikáciami

5.4 Prostriedky použité pri implementácii

Aplikácia je vytvorená v programovacom jazyku C#, konkrétne v prostredí platformy .NET Compact Framework. Táto platforma je určená k programovaniu spotrebnej elektroniky od Set-Top boxov cez mobilné telefóny a rôzne PDA až po špecifické moduly. Aplikácie implementované v .NET CF sú spustiteľné iba na mobilných zariadeniach pracujúcich na operačnom systéme Windows CE a jeho odvodeninách alebo v emulátoroch na desktopových počítačoch. V mobilných zariadeniach nachádza najväčšie uplatnenie predovšetkým v podnikových aplikáciách alebo hrách. Umožňuje tvorbu a testovanie aplikácií na osobnom počítači nezávisle na cieľovom zariadení. Podrobnejšie sa tejto platforme venuje kapitola 3.2.3.

Celá aplikácia bola vyvíjaná vo vývojovom prostredí od firmy Microsoft Visual Studio 2008. Do vývojového prostredia bolo nutné doinštalovať podporu pre zariadenia s operačným systémom Windows Mobile 6.0, ktorá nebola po inštalácii vývojového prostredia prístupná. Testovanie prebiehalo najmä v integrovanom emulátore Windows Mobile 6 Profesional Emulator a na mobilnom telefóne HTC Diamond 2. Samotná komunikácia s operačným systémom RouterOS a jeho konfigurácia bola testovaná na zariadeniach Mikrotik RouterBoard RB 450G a RB 433AH.

²⁷ Softvér ktorý autor dáva k dispozícii na bezplatné používanie a šírenie, nedáva však k dispozícii zdrojový kód.

²⁸ Označenie pre programové vybavenie počítača a prenesené aj pre platenú verziu programov.

5.5 Požiadavky na využívanie aplikácie

Ako bolo už vyššie uvedené aplikácia vyžaduje od zariadenia, na ktorom bude spúšťaná, podporu .NET Compact Framework a to v jej najnovšej a najrozšírenejšej verzii 3.5. Pre správnu funkčnosť aplikácie je vyžadovaná nainštalovaná táto verzia na mobilných zariadeniach. Do starších modelov mobilných zariadení je nutné túto verziu doinštalovať. Táto verzia je voľne dostupná na internetových stránkach spoločnosti Microsoft [22]. V novších mobilných zariadeniach s operačným systémom Windows Mobile 6.5 sú tieto knižnice už predinštalované. Pre túto verziu .NET CF bol vydaný aj Service Pack, a práve preto sa môže stať, že užívateľ bude mať v mobilnom zariadení správnu verziu .NET CF, ale aplikácia sa nebude dať nainštalovať. V tomto prípade je nutné celý .NET CF aktualizovať na najnovšiu verziu dostupnú na adrese [22]. Celá aplikácia je prispôbená pre ovládanie pomocou dotykového displeja a klávesnice. Pre pohodlnú prácu by malo zariadenie disponovať dostatočne veľkým dobre čitateľným displejom. Najideálnejšie sú zariadenia s dotykovým displejom o rozlíšení 480x800px pri farebnej hĺbke 65 000 farieb. Iné metódy vstupu, ako napríklad hlasové ovládanie, nie sú podporované. Samozrejme, že pripojenie do Internetu alebo do lokálnej siete pomocou jednej z dostupných technológií prenosu dát (GPRS, EDGE, Wi-Fi, Bluetooth, USB, atď.) je nutnosťou pre konfiguráciu zariadení pracujúcich na operačnom systéme RouterOS.

6 Analýza a návrh

6.1 Analýza riešenia aplikácie

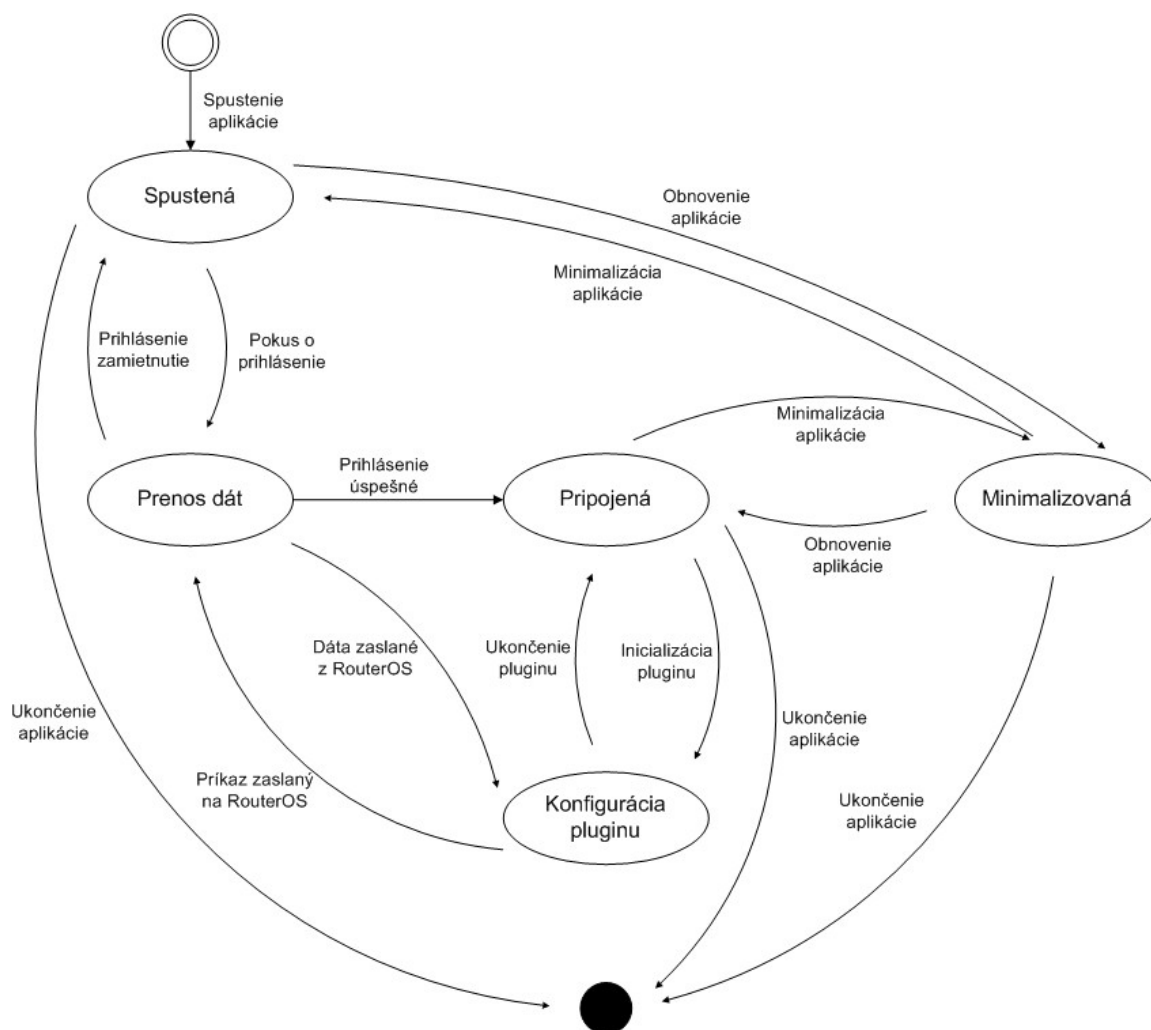
Diplomová práca sa venuje tvorbe aplikácie pre mobilné zariadenia, a to so sebou prináša mnohé obmedzenia pri návrhu a implementácii aplikácie. Tieto obmedzenia sa dajú klasifikovať na problémy, ktoré sú spojené s obmedzeným výkonom a zobrazovacími možnosťami mobilných zariadení oproti klasickým stolným počítačom a na problémy spojené s využívaním aplikácie v podmienkach, kde sa určitým spôsobom musí počítať s čiastočnou alebo úplnou stratou konektivity do Internetu. Týmto obmedzeniam sa podrobnejšie venujú kapitoly 6.2 a 6.4. Do určitej miery môžeme za obmedzenie považovať aj nedostupnosť všetkých grafických elementov, ktoré sú prístupné v klasickej verzii .NET Frameworku.

Po preštudovaní internetových stránok spoločnosti Mikrotik [1] som zistil, že jedinou možnosťou ako implementovať aplikáciu komunikujúcu s operačným systémom RouterOS je použiť protokol Mikrotik API. Žiadna iná možnosť v súčasnosti neexistuje, ak odhliadneme od možnosti použiť reverse engineering v komunikácii medzi RouterOS a programom Winbox, čo je proces pri ktorom sa snažíme zistiť ako funguje komunikácia za účelom okopírovania a zostrojenia ekvivalentného riešenia. Toto riešenie by bolo však neúmerne zložitejšie a úspešnosť nie je zaručená.

Konfigurácia jednotlivých pluginov v programe Winbox je veľmi podrobná, a preto aplikácia WMbox nebude poskytovať všetky možnosti konfigurácie. Nakoľko podľa zadania má byť aplikácia navrhnutá v tejto diplomovej práci náhradou tohto programu pre mobilné zariadenia, užívatelia by mali mať možnosť konfigurácie aj týchto podrobných nastavení. Kvôli tomuto dôvodu je v aplikácii implementovaná možnosť pokročilých nastavení RouterOS, ktorému sa podrobnejšie venuje kapitola 6.8.

Pre implementáciu aplikácie som vybral vývojové prostredie Visual Studio 2008, čo je najnovšia verzia tohto vývojového prostredia od firmy Microsoft, ktoré ešte podporuje .NET Compact Framework. Celá aplikácia bude tvorená pomocou grafického návrhára, ktorý toto prostredie obsahuje. Do tohto návrhára budú pridané aj vlastné komponenty, ktoré urýchlia vývoj aplikácie a budú nápomocné užívateľom pri práci s aplikáciou. Týmto vlastným komponentom sa podrobnejšie venuje kapitola 7.3. Princíp činnosti navrhutej aplikácie WMbox je podrobne znázornený na stavovom diagrame, ktorý je na obrázku 14.

Aplikácia bude distribuovaná ako freeware prostredníctvom internetových stránok [23] a diskusných fór zaoberajúcich sa problematikou ISP. Celá aplikácia bude v inštalovateľnom súbore CAB pre mobilné zariadenia pracujúce na operačnom systéme Windows CE, podrobnejšie zdôvodnenie a výhody tejto metódy distribúcie aplikácie sú popísané v kapitole 8.2.



Obrázok 14: Stavový diagram aplikácie WMbox

6.2 Návrh GUI s ohľadom na obmedzenia .NET CF

Už v kapitole 3.2.3 je naznačené, že .NET Compact Framework má obmedzené možnosti zobrazovania grafických elementov oproti klasickému .NET Frameworku, keďže ide o jeho výrazne obmedzenú verziu s doplňujúcimi triedami špeciálne určenými pre mobilné zariadenia. Preto celý návrh užívateľského rozhrania musel byť prispôsobený obmedzeným podmienkam, ktoré vyplývajú z použitia .NET Compact Framework. Medzi takéto obmedzenia patrí napríklad nižší počet grafických elementov a ich funkcionality, obmedzená podpora transparentného pozadia alebo animácií v obrázkoch formátu GIF a ďalšie. Celý dizajn aplikácie je veľmi podobný programu Winbox, ktorému sa venuje kapitola 2.1 a jeho ukážka je na obrázku 1. Aj keď aplikácia WMbox nie je náročná na grafické elementy a vystačí si iba s elementami, ktoré sú dostupné .NET Compact Framework 3.5, využíva externý komponent `DataGridCustomColumns`. Tento komponent rozširuje element `DataGrid` o funkcionality pridania nadstavbového elementu ako napríklad `ComboBox`, `CheckButton` atď. do zobrazovaných tabuľkových dát. V klasickom .NET Framework túto funkcionality ponúka element `DataGridView`, ten však v frameworku pre mobilné zariadenia chýba. Tento rozširujúci

komponent je voľne dostupná na internetových stránkach [24]. WMbox ju síce v súčasnej podobe využíva hlavne na farebné rozlíšenie riadkov tabuľky a na zakázanie editovania niektorých stĺpcov, pri pokročilých nastavenia jednotlivých pluginov, ktoré je vidieť na obrázku 15. V budúcnosti pri inováciách a rozšíreniach WMbox sa však počíta aj s použitím rozširujúcich elementov.

6.3 Návrh hlavného menu

V hlavnom menu aplikácie sa majú nachádzať odkazy na všetky pluginy, ktoré dokáže aplikácia v aktuálnej verzii konfigurovať a monitorovať, aby bolo možné čo najrýchlejšie a najjednoduchšie spustiť samotný formulár pre požadovaný plugin. Ak by mala aplikácia hlavne menu implementované pomocou tlačítok zobrazených vo formulári ako je to v programe Winbox, iba niekoľko pluginov by zaplnilo celú zobrazenú plochu displeja a ak by sa užívateľ chcel dostať k ostatným tlačítkam musel by skrolovať formulár. Preto aplikácia využíva pre hlavné menu element MainMenu z .NET Compact Framework, ktorý implementuje klasické systémové menu v aplikáciach pre Windows Mobile. Nakoľko tomuto menu nie je možné priradiť grafické vlastnosti, jeho dizajn bude na rôznych zariadeniach rozličný.

6.4 Prispôsobenie pre mobilné použitie

Aplikácia WMbox nevykonáva žiadne výpočty, slúži výhradne na komunikáciu s RouterOS a jeho konfiguráciu, a tak nemá význam prispôbovať jej beh aj pre prácu v offline režime. Vždy pri jej využívaní musí byť zabezpečené pripojenie na Internet a dostupnosť požadovaného zariadenia s operačným systémom RouterOS. V prípade prerušenia spojenia s konfigurovaným zariadením je nutné, aby aplikácia neskončila chybou, ale aby ponúkla užívateľovi opäť obrazovku s prihlasovacími údajmi. Takéto prerušenie spojenia môže zapríčiniť napríklad strata GPRS alebo Wi-Fi signálu, zmena IP adresy pridelenej mobilnému zariadeniu, nedostupnosť konfigurovaného zariadenia z iných dôvodov ako napríklad odpojenie od Internetu a iné.

6.5 Konfiguračné príkazy a ich prispôsobenie

Všetky príkazy, ktoré aplikácia používa na komunikáciu s RouterOS sú uložené v externých XML súboroch. Všetky súbory XML nevyhnutné pre beh aplikácie WMbox sú uložené v zložke „C:\Program Files\WMbox\Files“. Názov súboru vždy zodpovedá pluginu pre ktorý je určený, napríklad „arp.xml“ sa využíva pri práci s ARP listom v RouterOS. Každý z týchto súborov je editovateľný užívateľmi pre prípad, že by v budúcnosti došlo k zmenám samotných príkazov používaných v protokole Mikrotik API. Na výpise zdrojového kódu 5 je časť XML súboru, ktorý využíva aplikácia WMbox. Aplikácia vyberá podľa kľúča „KEY“ v uzle <ID>, ktorý príkaz <Commnad> má využiť a pri príkazoch, ktoré môžu mať aj doplňujúce argumenty poskytuje ich zoznam z uzlu <param>.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<module name="arp">
  <id key="001">
    <command>/ip/arp/print</command>
    <param></param>
    <caption>Zobrazenie dostupných ARP záznamov</caption>
  </id>
  <id key="002">
    <command>/ip/arp/add</command>
    <param>address,comment,copy-from,disabled,interface</param>
    <caption>Pridanie nového ARP záznamu</caption>
  </id>
</module>
```

Výpis 5: Ukážka XML súboru pre plugin ARP v RouterOS

6.6 Rozšíriteľnosť aplikácie

Keďže RouterOS podporuje veľké množstvo pluginov, pričom sú čiastočne závislé ako na samotnom hardware, na ktorom je tento operačný systém nainštalovaný tak aj na licencií, celá aplikácia bola už od začiatku navrhovaná tak, aby bola čo najjednoduchšie rozšíriteľná o podporu nových pluginov. Pri programovaní nových pluginov by mal programátor dodržiavať tieto body:

- názov Windows Form pre nový plugin by mal byť v tvare „NewPluginForm.cs“, ale nie je to však podmienka,
- pre urýchlenie vývoja môže Windows Form pre nový plugin dediť z pripraveného vlastného formulára pre aplikáciu „WMboxForm.cs“,
- XML súbor využívajúci tento plugin musí mať ale názov rovnaký ako Windows Form pre nový plugin, čiže v tomto prípade „newplugin.xml“,
- záznam pre tento plugin musí následne programátor ešte pridať do hlavného menu aplikácie, ktoré je automaticky generované zo súboru „menu.xml“.

Súbor „menu.xml“ je umiestnený spolu s ostatnými XML súbormi a je taktiež editovateľný užívateľom. Konkrétnym príkladom z aplikácie WMbox je plugin firewall. Windows Form pre tento plugin má názov „FirewallForm.cs“ a XML súbor s príslušnými príkazmi je umiestnený v adresári „C:\Program Files\WMbox\Files“ pod názvom „firewall.xml“. V zdrojovom kóde 6 je ukážka registrácie pluginu firewall do zoznamu pre automaticky generované menu aplikácie a zároveň je pridaná aj ukážka registrácie nového pluginu „NewPluginForm.cs“. Význam jednotlivých atribútov v uzloch <item>:

- name – názov pluginu v menu aplikácie,
- path – cesta v adresárovej štruktúre, ktorú aplikácia využíva,
- enable – povolenie alebo zakázanie využívania pluginu v aplikácii,
- version – verzia RouterOS od ktorej bol plugin sprístupnený,
- resources – plugin bude dostupný iba ak je dostupný aj hardware pre tento plugin,
- items – zoznam pluginov, ktoré sú dostupné v tejto položke menu.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mainmenu name="menu">
  <item name="IP" path="" enable="true" version="" resources=""
    items="Firewall">
    <item name="Firewall" path="WMbox.MikrotikIP.FirewallForm"
      enable="true" version="" items=""></item>
  </item>
  <item name="New Plugin" path="WMbox.NewPluginForm"
    enable="true" version="" items="" />
  <item name="Log" path="WMbox.LogForm" enable="true" version=""
    resources="" items="" />
</mainmenu>
```

Výpis 6: Ukážka XML súboru pre automaticky generované hlavné menu aplikácie

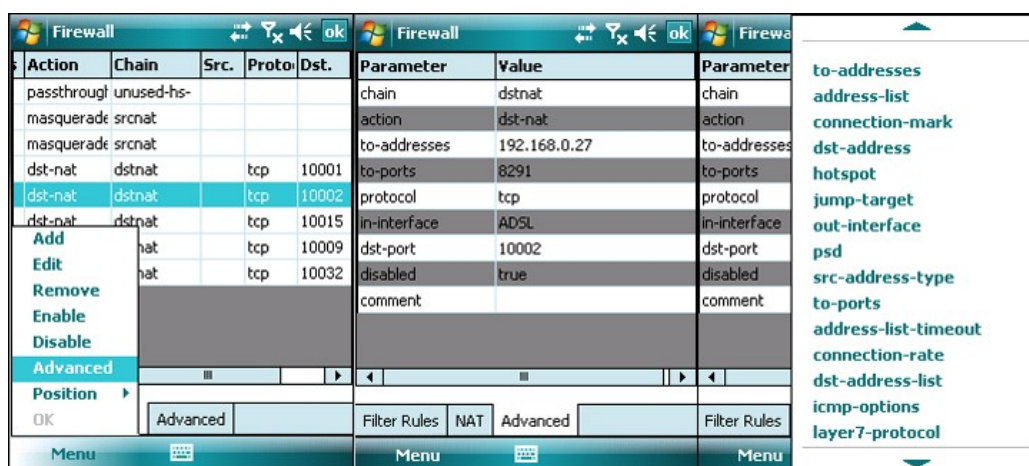
6.7 Sprístupnenie pluginov podľa verzie RouterOS

S verziou operačného systému RouterOS stúpa aj dostupnosť pluginov, ktoré ponúka. WMbox sa musí vyvarovať zlyhaniu, ku ktorým by mohlo dochádzať, ak by sa užívateľ snažil na verziách RouterOS konfigurovať funkcionality, ktorú jeho verzia ešte nepozná. Riešením ako zabrániť takýmto situáciám je priradiť v XML súbore, ktorý definuje hlavné menu aplikácie každému pluginu číslo verzie od ktorej je sprístupnený v RouterOS. Na výpise zdrojového kódu 5 je vidieť, že argument „version“ nie je vyplnený čo znamená, že plugin je prístupný vo verzii RouterOS 3.0 a novších.

6.8 Pokročilé nastavenia RouterOS

Ani po rokoch vývoja nástroja Winbox, na ktorom pracuje celý tím vývojárov, nedokáže tento program nastaviť všetky funkcie operačného systému RouterOS, aj keď na konfiguráciu určite postačuje a užívateľ tak nemusí siahnuť po osvedčenej konfigurácii pomocou príkazového riadku. Keďže aplikácia WMbox vznikla ako diplomová práca, bolo potrebné implementovať mechanizmus, ktorým by dokázala nastaviť aj pokročilé funkcie operačného systému, nakoľko

jej rozsah nie je dostatočný na implementáciu všetkých funkcií RouterOS. Pre každý plugin, ktorý je možné konfigurovať a nie všetky jeho funkcie sú dostupné v grafických formulároch, je navrhnutá časť aplikácie nazvaná „Advanced“. Je umiestnená vždy ako posledná záložka v každom formulári, ktorý neobsahuje všetky možnosti konfigurácie daného pluginu. Užívateľ ju môže využiť pre podrobné nastavenie existujúcich pravidiel ak označí požadované pravidlo a v hlavnom menu vyberie položku „Advanced“. Do jednoduchej a prehľadnej tabuľky sa vypíšu všetky dostupné parametre konkrétneho pravidla a ich hodnoty, ktoré môže užívateľ editovať. Veľkou výhodou tejto možnosti je zobrazenie všetkých parametrov a nie iba tých, ktoré sú editovateľné pomocou grafických formulárov. Vo výpise zdrojového kódu 4 môžeme vidieť, že ku príkazom, ktoré môžu obsahovať argumenty je vždy vyplnený aj ich zoznam v uzle <param> príslušného XML súboru. Výber zo všetkých týchto argumentov ponúka kontextové menu, ktoré môže užívateľ vyvolať pri konfigurácii v časti „Advanced“ podržaním stlačeného kurzora. Ukážka konfigurácie v pokročilom režime je na obrázku 15.

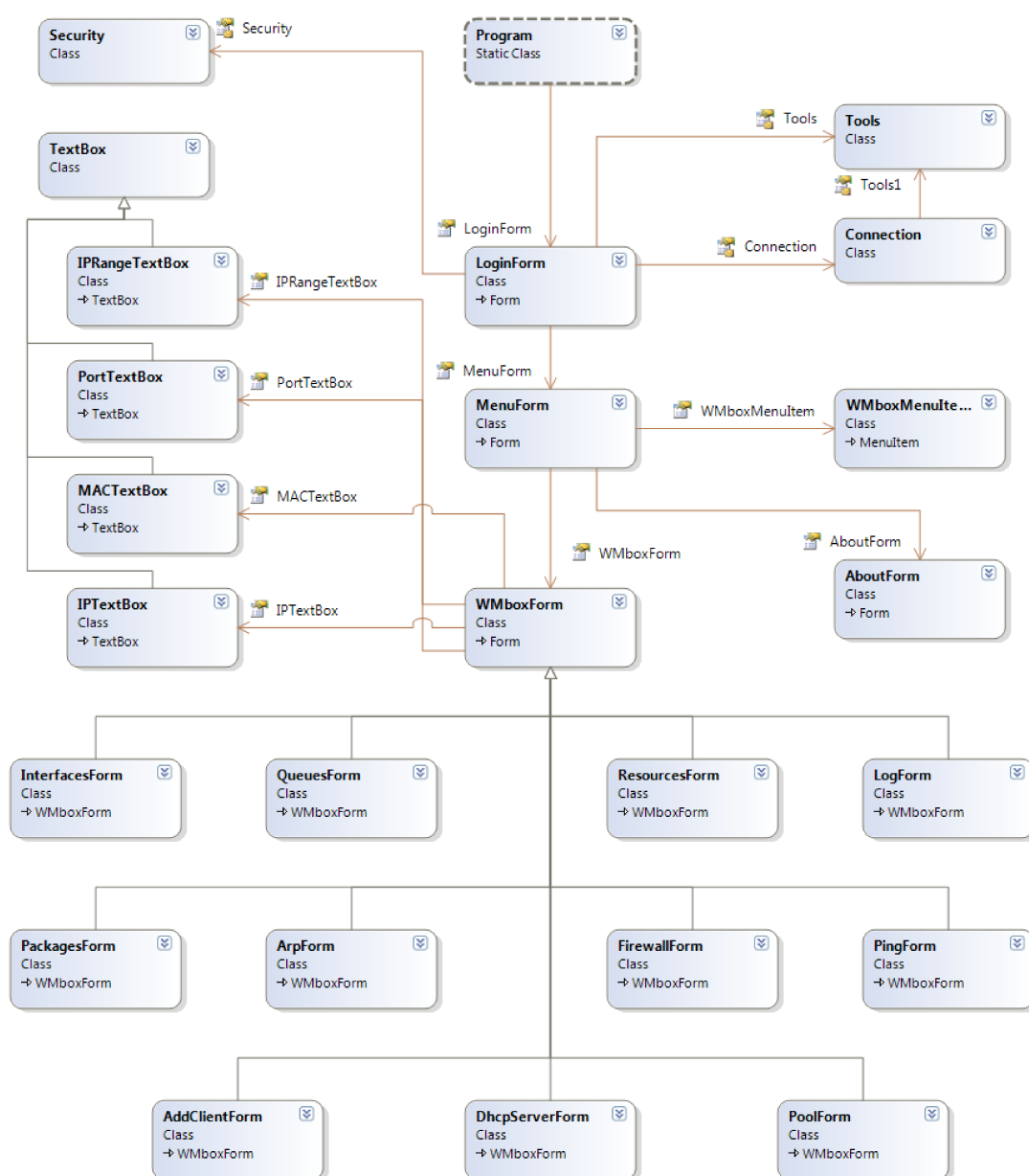


Obrázok 15: Ukážka pokročilej konfigurácie v aplikácii WinBox

7 Implementácia aplikácie

7.1 Triedny diagram

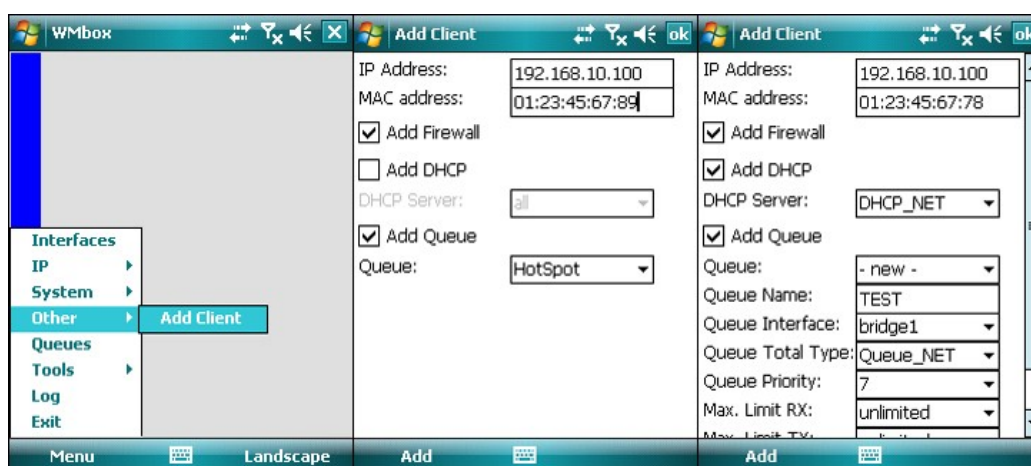
Na obrázku 16 je zobrazený triedny diagram znázorňujúci vzťahy medzi jednotlivými triedami, ktoré sú použité v aplikácii. Tento triedny diagram je ale z dôvodu zachovania primeranej veľkosti do určitej miery zjednodušený a je zobrazený bez metód a atribútov jednotlivých tried.



Obrázok 16: Triedny diagram WMbox z programu Visual Studio 2008

7.2 Vlastný plugin Add Client

Aj keď cieľom tejto práce nemala byť implementácia žiadnych vlastných pluginov, rozhodol som sa jeden implementovať. Cieľom bolo navrhnúť a naprogramovať plugin, ktorý by pomocou jedného formulára pridal do viacerých funkcií RouterOS záznam pre jedného užívateľa, a tak mu povolil prístup do Internetu. Administrátor si môže vybrať či po vyplnení IP adresy a MAC adresy pridá záznam do DHCP servera pre previazanie MAC adresy s IP adresou pomocou funkcie IP Reservation, ktorá zabezpečí trvalé priradovanie určitej IP adresy iba pre vybranú MAC adresu. Ďalej môže pridať záznamy do firewallu pre povolenie komunikácie z tejto IP adresy na Internet a nakoniec môže pridať túto IP adresu do niektorej z vytvorených Queue, alebo môže vytvoriť novú frontu. Je treba však podotknúť, že tento plugin je navrhnutý priamo pre moje potreby, a preto bude súčasťou aplikácie, ale jeho dostupnosť bude v uverejnenej verzii aplikácie na Internete obmedzená v súbore „menu.xml“. Ukážka tohto pluginu je na obrázku 17.



Obrázok 17: Ukážka vlastného pluginu Add Client v aplikácii WMbox

7.3 Vlastné komponenty

Pre urýchlenie a zjednodušenie vývoja aplikácie využíva WMbox vlastné komponenty, ktoré sú špecifické pre aplikácie v oblasti počítačových sietí. Jedná sa hlavne o vstupné textové polia, ktoré dedia všetky vlastnosti klasického elementu v .NET Compact Framework TextBox a sú pridané aj do Toolboxu, ktorý sa používa pri grafickom návrhu formulárov. Tieto komponenty sa využívajú pre tieto špecifické vstupné údaje:

- IP adresa (IPTextBox),
- MAC adresa (MACTextBox),
- IP port (PortTextBox),
- rozsah IP adries (IPRangeTextBox).

Najväčšou výhodou týchto komponent je jednotné globálne definovanie vlastností, ktoré sú vždy rovnaké pre konkrétnu komponentu. Programátor tak už nemusí pri každom použití tejto komponenty nastavovať tieto vlastnosti a ušetrí tak svoj čas a zmenší sa tým aj veľkosť zdrojového kódu. Medzi tieto vlastnosti patrí:

- automatická kontrola povolených znakov v textovom poli,
- kontrola syntaxe a zvýraznenie zle zadaných údajov,
- maximálna dĺžka textu,
- zobrazovaná veľkosť komponenty.

Pre kontrolu povolených znakov a syntaxe zadaných údajov bolo nutné pri inicializácii zaregistrovať udalosti, ktoré sú vo výpise zdrojového kódu 7 a 8.

```
private void TextBox_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    if (tool.IsIPAddressCorect(Text)) {
        this.ForeColor = BLACK;
    } else {
        this.ForeColor = RED;
    }
}
```

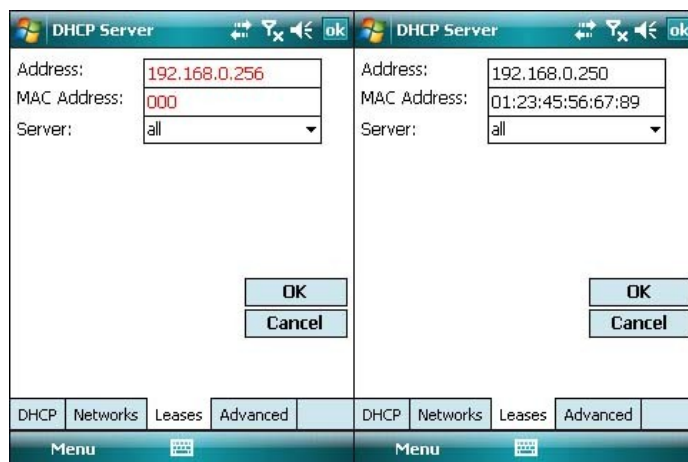
Výpis 7: Udalosť pri zmene textu vlastnej komponenty IPTextBox

```
private void TextBox_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    foreach (char ch in allow) {
        if (ch == e.KeyChar) return;
    }
    e.Handled = true;
}
```

Výpis 8: Udalosť pri zadaní znaku vlastnej komponenty IPTextBox

Užívateľ asi najviac ocení automatickú kontrolu syntaxe vložených údajov. Po každom pokuse o vloženie znaku komponent najskôr otestuje či sa jedná o platný znak. Ak má tento test pozitívny výsledok následne automaticky skontroluje, či zadané dáta spĺňajú všetky podmienky nutné pre ich správnu syntax. Komponenty IPTextBox a MACTextBox testujú iba formát dát, ale komponent IPRangeTextBox testuje aj platnosť rozsahu IP adries, čiže prvá IP adresa musí byť menšia ako druhá, pričom obe IP adresy musia mať platný formát. Ak sú zadané údaje neplatné, sú vždy zvýraznené červenou farbou, v opačnom prípade sa ich farba mení na čiernu. Avšak platnosť dát po syntaktickej stránke neznamená ich logickú správnosť. Užívateľ sa tak nemôže

spoliehať iba na túto vlastnosť pri zadávaní dát, ale musí vedieť aké dáta môže v danej situácii použiť. Ukážka tejto funkcionality je na obrázku 18, kde sú komponenty IPTextBox a MACTextBox s neplatnými a neskôr platnými dátami.



Obrázok 18: Ukážka funkcionality vlastnej komponenty

7.4 Zabezpečenie prístupových hesiel

Aplikácia ponúka možnosť uchovania prístupových adries a hesiel na zariadenia, čo veľmi uľahčuje a zrýchľuje administrátorom počítačových sietí prácu. Pripojenie na požadované zariadenie sa tak podstatne urýchľuje. Otvára však bezpečnostné riziko neoprávneného pripojenia na tieto zariadenia v prípade odcudzenia zariadenia, v ktorom budú prístupové heslá uložené. Asi najefektívnejšou a zároveň najjednoduchšou formou ochrany pred takýmto útokom na sieť je použitie hlavného hesla, bez ktorého je aplikácia nefunkčná. Užívateľ pri prvom pokuse o uloženie prístupových adries a hesiel dostane možnosť voľby, či toto heslo bude používať. Toto heslo je následne archivované v registroch ako otláčok Hash pomocou funkcie MD5. Aj keď na prvý pohľad je toto zabezpečenie dostatočné, treba si uvedomiť, že za určitých podmienok je možné toto hlavné heslo zistiť pomocou slovníkového útoku a potom dešifrovať prístupové heslá na zariadenia, ktoré sú týmto heslom šifrované. Ak užívateľ nechce používať hlavné heslo pre prístup do aplikácie, všetky heslá sú šifrované pomocou kľúča zadaného v zdrojovom kóde aplikácie. Pretože v oboch prípadoch je možné heslá dešifrovať, odporúčam zmeniť prístupové heslá ihneď po odcudzení zariadenia, v ktorom boli uložené prístupové údaje.

7.5 Problémy pri implementácii

Počas implementácie aplikácie som narazil na celý rad problémov. Dá sa povedať, že takmer všetky sa podarilo časom vyriešiť. Za najväčší problém by som označil problém s prispôbením aplikácie pre akékoľvek rozlíšenie displeja. Práve pri tomto druhu aplikácie je veľmi dôležité, aby boli všetky formuláre dobre čitateľné na každom zariadení bez ohľadu na rozlíšenie displeja, ktorým disponuje. Riešenie tohto problému nie je ani tak zložité ako časovo náročné. Je nutné pri každej zmene obrazovky kontrolovať jej rozlíšenie a následne automaticky

upraviť veľkosť elementov, ktoré sú potom usporiadané do formulára tak, aby boli dobre čitateľné a dostupné.

Medzi vážnejšie problémy by som určite zaradil aj absenciu kvalitnej dokumentácie konfiguračných príkazov v protokole Mikrotik API. V začiatkoch vývoja aplikácie som tvoril tieto konfiguračné príkazy takpovediac metódou pokus – omyl. Vychádzal som z príkazov, ktoré sú dostupné v CLI RouterOS a aplikoval som na ne syntaktické pravidlá protokolu Mikrotik API. To bolo však zo začiatku zdĺhavé, neefektívne a často to viedlo k veľmi všeobecným chybovým hláseniam, ktorými RouterOS odpovedá na zle zadaný príkaz alebo jeho parameter. Ak užívateľ zadá zlý ktorýkoľvek argument príkazu, nie je možné z chybovej odpovede zistiť, ktorý argument je zle definovaný.

```
!trap=message=unknown parameter
!done
```

Výpis 9: Chybové odpovede pre neplatný parameter v protokole Mikrotik API

Chybové odpovede upozorňovacie na zle definovaný príkaz sú o niečo presnejšie, ale v určitých prípadoch sú taktiež veľmi všeobecné a nie je možné určiť, ktorá časť príkazu je chybné definovaná. Ukážka tejto odpovede je na výpise zdrojového kódu 10.

```
!trap=message=no such commnad
!done
```

Výpis 10: Chybové odpovede pre neplatný príkaz v protokole Mikrotik API

Určite je nutné spomenúť aj niektoré z ďalších problémov pri implementácii ako podpisovanie aplikácie, reakcia na stratu pripojenia do Internetu a celá rada jednoduchších problémov. Medzi tie jednoduchšie problémy spojené s vývojom aplikácii pre .NET Compact Framework patrí aj nemožnosť využívať výpis do konzoly. Programátor si tak nemôže výpisom do konzoly overovať chovanie programu a musí vždy používať nástroje pre ladenie programu alebo výpis v niektorom z použitých elementov. Všetky problémy, tie závažné, ale aj tie jednoduché sa časom podarilo úspešne vyriešiť.

8 Testovanie aplikácie

8.1 Hardware

Samozrejme jeden z dôležitých faktorov pre správne fungovanie aplikácie je dobrý hardware. Nejde tak ani o doplnkové služby, ktoré ponúkajú mobilné zariadenia ako sú fotoaparáty, GPS snímače, MP3 prehrávače atď., ale skôr by malo byť zariadenie vybavené technológiou Wi-Fi, rýchlym pripojením do Internetu cez GSM sieť pomocou technológií EDGE alebo HSDPA a samozrejme displej zariadenia by mal mať čo najvyššie rozlíšenie. Optimálne rozlíšenie displeja je 480x800px a viac no určite bude aplikácia dobre ovládateľná aj na rozlíšení 320x480px. Treba si však uvedomiť, že nielen rozlíšenie displeja, ale aj jeho samotná veľkosť má dosah na pohodlie užívateľa pri práci s aplikáciou. Ideálna veľkosť uhlopriečky displeja je 3 palce alebo väčšia, čo predstavuje približne 8 a viac centimetrov.

8.2 Inštalácia aplikácie

Aplikácia WMbox je distribuovaná ako inštalovateľný balíček CAB pre zariadenia s operačným systémom Windows CE a pre jeho nadstavbu Windows Mobile. Po spustení inštalácie musí užívateľ súhlasiť s nainštalovaním necertifikovanej aplikácie a potom sa celá aplikácia nainštaluje do adresára „Program Files\WMbox“. Certifikovať túto aplikáciu by bolo pre účely diplomovej práce drahé a zbytočné. V budúcnosti by aplikácia mohla prejsť certifikačným procesom a užívateľ by tak nemusel už potvrdzovať povolenie nainštalovania necertifikovanej aplikácie. Po nainštalovaní aplikácie WMbox sa do ponuky ŠTART automaticky pridá odkaz na samotnú aplikáciu Winbox.exe a v registroch operačného systému v zložke „HKEY_CURRENT_USER\SOFTWARE\WMbox“ inštalátor vytvorí nové registre využívané aplikáciou. Najväčšou výhodou inštalátora je automatické pridanie inštalovaného programu do zoznamu programov pre odinštalovanie. V prípade, že sa užívateľ rozhodne aplikáciu z operačného systému odstrániť v jednom kroku vymaže všetky jeho súčasti vrátane registrov, ktoré využívala. Aplikáciu je možné v mobilnom zariadení využívať aj po prekopírovaní celého adresára WMbox z iného zariadenia, ale užívateľ ju bude musieť spúšťať priamo z tohto adresára alebo si vytvoriť odkaz na aplikáciu v ponuke ŠTART.

8.3 Publikovanie aplikácie a jej využívanie užívateľmi

Aplikáciu som po ukončení základného vývoja publikoval na vlastných internetových stránkach [23] a taktiež som na ňu upozornil na internetových fórach, ktoré sa venujú problematike ISP [20] a [25]. Hlavným dôvodom bol fakt, že ani pri dôkladnom testovaní aplikácie vývojár nikdy neodstráni všetky chyby, ktoré program obsahuje. Dúfal som, že získam čo najviac reakcií od užívateľov, v ktorých nebudú iba upozornenia na chyby aplikácie, ale aj požiadavky a námety na zdokonalenie a rozšírenie funkcionality aplikácie.

Aplikácia WMbox bola publikovaná 24.02.2011 a za prvých sedem dní bola stiahnutá 73 krát. Spolu bola aplikácia stiahnutá do dňa odovzdávania textovej časti tejto diplomovej práce

392 krát, čo predstavuje časový interval približne dva mesiace. Nakoľko ide o veľmi špecifický program, ktorý využívajú iba majitelia mobilných zariadení s operačným systémom Windows Mobile a zároveň sú administrátormi počítačovej siete s aktívnymi sieťovými prvkami od firmy Mikrotik RouterBoard, myslím že počet stiahnutí aplikácie je pomerne vysoký. Otázkou ale však ostáva, aké percento užívateľov, ktorí si aplikáciu stiahli a nainštalovali do svojich mobilných zariadení ju aspoň občas využívajú.

Žiaľ veľká čas pripomienok k aplikácii sa týkala žiadosti o implementáciu pre inú platformu, pričom asi 70% užívateľov by ocenilo verziu aplikácie WMbox pre platformu Android. Tieto žiadosti sú však opodstatnené najmä kvôli obrovskému nástupu tohto operačného systému, ktorému sa podrobnejšie venuje kapitola 3.1.1. Niekoľko užívateľov sa sťažovalo na nemožnosť pripojenia na svoje RouterOS zariadenia, ale takmer vždy bola chyba na strane užívateľa, pričom 90% z nich zabudlo povoliť Mikrotik API v svojich zariadeniach. Samozrejme prišlo zopár pripomienok aj na funkcionality aplikácie. Išlo hlavne o kontrolu povolených znakov a syntaxe špecifických vstupných polí, ktoré som neskôr vyriešil vlastnými komponentami, ktorým sa venuje kapitola 7.3. Prekvapivo najmenej pripomienok prišlo na funkčnosť aplikácie a chyby, ktoré obsahuje.

8.4 Rýchlosť aplikácie

Tabuľka 5 znázorňuje rýchlosť aplikácie na rôznych zariadeniach v troch základných fázach. Inicializácia formulára a mapovanie dát do formulára sú časovo relatívne stabilné, ale druhá fáza načítavanie dát je závislá na objeme dát, a preto sa čas tejto fázy bude líšiť v závislosti od prenášaných dát. Tieto testy boli urobené na plugine DHCP server a meraný bol čas od spustenia pluginu po načítanie a zobrazenie DHCP serverov, pričom DHCP server obsahoval iba jeden záznam. Ako je vidieť, nie je takmer žiadny rozdiel v rýchlosti aplikácie v závislosti na pripojení zariadenia na Internet. Ide iba o veľmi malé rozdiely, ktoré užívateľ nepostrehne. Rýchlosť aplikácie však mierne kolíše v závislosti od zariadenia na ktorom je spustená. Celkový reakčný čas aplikácie sa pohybuje na reálnych mobilných zariadeniach do dvoch sekúnd.

	Inicializácia formulára	Prenos dát	Namapovanie dát do formulára	Spolu
WM 6 Profesional Emulator (Ethernet)	1879 ms	1399 ms	655 ms	3933 ms
HTC Diamond 2 (Ethernet)	1087 ms	799 ms	137 ms	2023 ms
HTC Diamond 2 (Wi-Fi)	1051 ms	662 ms	132 ms	1805 ms
HTC HD 2 (Ethernet)	863 ms	644 ms	112 ms	1619 ms
HTC HD 2 (Wi-Fi)	879 ms	657 ms	109ms	1645 ms

Tabuľka 5: Porovnanie rýchlosti aplikácie na rôznych zariadeniach

8.5 Konfigurácia pluginu

Testovanie funkčnosti aplikácie je veľmi rozsiahle, a preto je podrobne popísaná iba konfigurácia pluginu firewall. Práve na tomto pluginu je možné otestovať všetky použité grafické elementy formulárov a funkcionálnosť aplikácie. Každý plugin disponuje hlavným menu, v ktorom sa nachádzajú všetky možnosti úprav daného pluginu. V pluginu firewall sú to konkrétne tieto možnosti:

- Add (pridanie nového pravidla)
- Edit (úprava vybraného pravidla)
- Enable (povolenie vybraného pravidla)
- Disable (zakázanie vybraného pravidla)
- Remove (odstránenie vybraného pravidla)
- Advanced (pokročilá úprava vybraného pravidla)
- Position (zmena pozície vybraného pravidla)

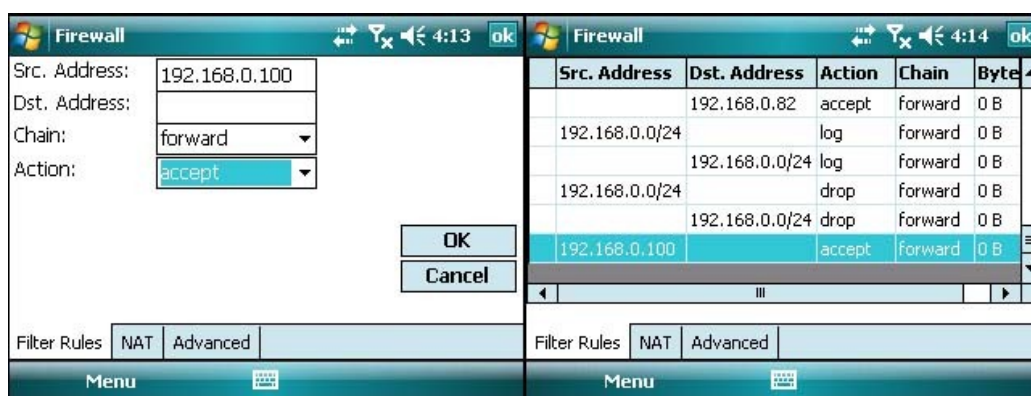
Všetky nastavenia sú overené pomocou aplikácie WMbox a dodatočne aj pomocou programu Winbox.

8.5.1 Pridanie pravidla do firewall

Prvým testom je pridanie nového pravidla do firewall. Toto pravidlo má nasledujúce parametre :

- zdrojová IP adresa je 192.168.0.100,
- action – accept,
- chain – forward.

Vytvorenie tohto pravidla bolo úspešné a samotné nové pravidlo bolo pridané nakoniec za všetky už vytvorené pravidlá. Ukážka je na obrázku 19.



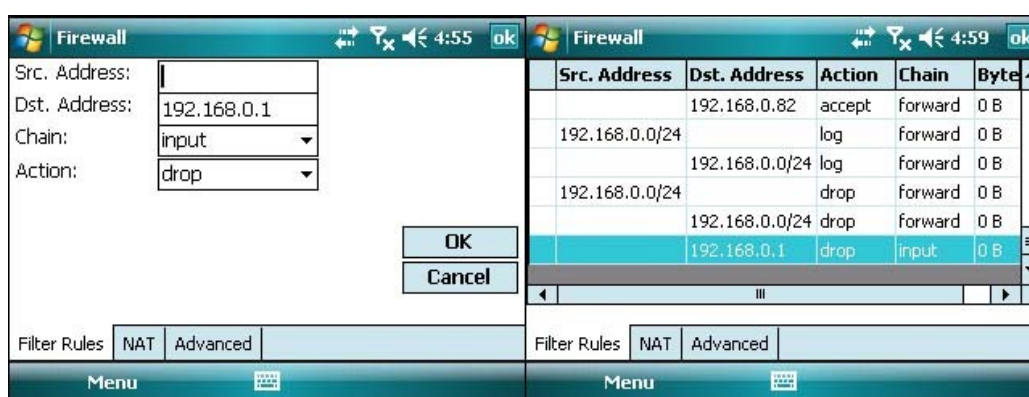
Obrázok 19: Pridanie pravidla do firewall v aplikácii WMbox

8.5.2 Úprava pravidla vo firewall

Druhým testom je úprava pravidla, ktoré bolo pridané v teste 8.5.1. Zmena nastala v týchto parametroch :

- zdrojová IP adresa nieje zadaná,
- cieľová IP adresa je 192.168.0.1,
- action – input,
- chain – drop.

Pravidlo bolo korektne upravené podľa zadaných požiadavok a zostalo na konci všetkých ostatných pravidiel. Ukážka je na obrázku 20.



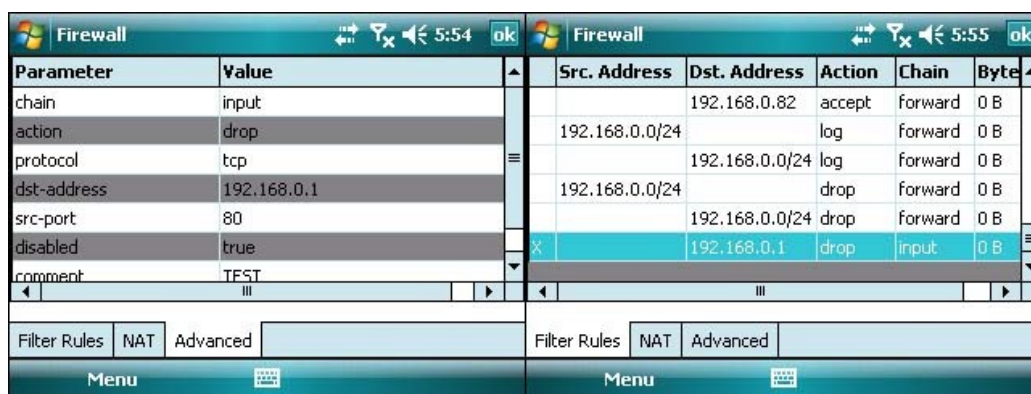
Obrázok 20: Úprava firewall pravidla v aplikácii WMbox

8.5.3 Pokročilá úprava pravidla vo firewall

Ďalší test je zameraný na pokročilú úpravu pravidla vo firewall. Podrobnejšie sa tejto možnosti nastavenia venuje kapitola 6.8. K pravidlu, ktoré bolo vytvorené v teste 8.5.1 boli pridané tieto parametre:

- comment – TEST,
- disabled – true,
- src-port – 80.

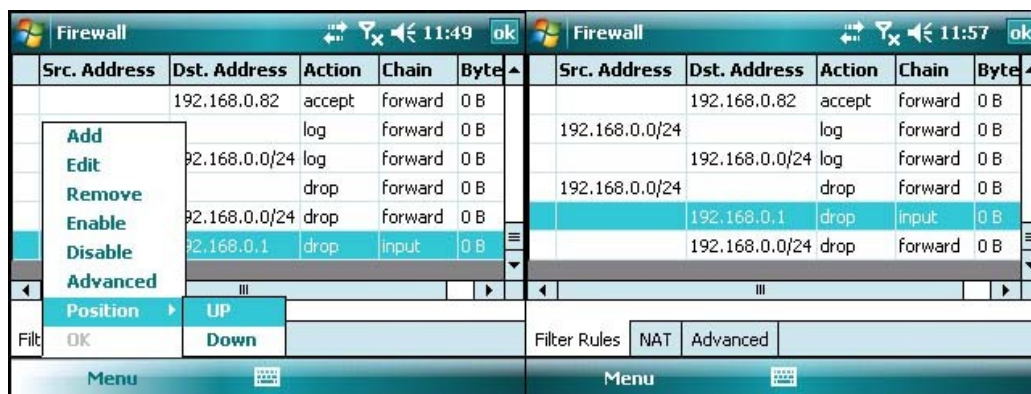
Všetky parametre boli k pravidlu korektne pridané, ale iba parameter, ktoré toto pravidlo zakazuje je vidieť v základom zobrazení a reprezentuje ho X v prvom stĺpci. Ukážka je na obrázku 21.



Obrázok 21: Pokročilá úprava firewall pravidla v aplikácii WMbox

8.5.4 Zmena poradia pravidiel vo firewall

Platnosť firewall pravidiel v systéme RouterOS sa vyhodnocuje vždy od pravidla na prvej pozícii až do posledného pravidla, pričom ak niektoré z pravidiel vyhovuje aktuálnemu packetu, uplatní sa a ďalej sa nepokračuje v kontrolovaní ostatných pravidiel. Každé vytvorené pravidlo je preto automaticky pridané za všetky vytvorené pravidlá a administrátor si potom musí určiť jeho poradie a tým aj jeho uplatnenie. Práve preto je v menu pluginu firewall aj možnosť zmeny pozície pravidiel. Všetky testy zmeny poradia pravidiel boli úspešné. Ukážka je na obrázku 22.



Obrázok 22: Zmena poradia firewall pravidiel v aplikácii WMbox

8.5.5 Odobranie pravidla z firewall

Posledným z testov je samotné odstránenie pravidla z firewall. Aj tento test bol úspešný a aplikácia odstránila vybrané pravidlo bez problémov. Ukážka je na obrázku 24.

dátových služieb poskytovaných k hlasovému paušálu. Informácie o cenách za poskytované služby som čerpal z ich oficiálnych stránok operátorov [26, 27, 28] .

	Množstvo dát (MB)	Cena (€)	Typ pripojenia
Orange (SK)	100	5,90 €	HSDPA ²⁹
T-Mobile (SK)	neobmedzene	5,99 €	HSDPA
O₂ (SK)	neobmedzene	6,00 €	EDGE
Vodafone (CZ)	150	7,30 €	HSDPA
T-Mobile (CZ)	100	5,80 €	HSDPA
O₂ (CZ)	150	6,20 €	HSDPA

Tabuľka 6: Ceny za dátové prenosy mobilných operátorov

```

/ip/pool/add
    =name=testPool=ranges=192.168.10.100-192.168.10.200
    =next-pool=none
/ip/dhcp-server/add
    =name=testDHCP=interface=ether1=lease-time=xxx
    =address-pool=testPool=authoritative=after-2sec-delay
/ip/dhcp-server/network/add
    =address=192.168.10.0/24=gateway=192.168.10.1
    =dns-server=192.168.10.1
/ip/dhcp-server/lease/add
    =address=192.168.10.80=mac-address=00:11:22:33:44:55
    =server=testPool
/queue/simple/add
    =name=textQueue=interface=ether1
    =target-addresses=192.168.10.80=max-limit=0/0
    =priority=8=parent=none=total-queue=default
/ip/firewall/filter/add
    =src-address=192.168.10.80=chain=forward=action=accept
/ip/firewall/filter/add
    =dst-address=192.168.10.80=chain=forward=action=accept

```

Výpis 11: Konfigurácia RouterOS pre zistenie dátovej náročnosti aplikácie WMbox

²⁹ Ak nie je dostupná 3G sieť, Internet je dostupný pomocou technológie EDGE

9 Záver

V tejto diplomovej práci som navrhol a implementoval aplikáciu pre mobilné zariadenia s operačným systémom Windows Mobile, ktorá umožňuje konfiguráciu RouterOS pomocou grafických formulárov. Aplikáciu som nazval WMbox a má byť náhradou programu Winbox, ktorý nie je spustiteľný na mobilných zariadeniach s operačným systémom Windows Mobile. Celá práca je implementovaná v programovacom jazyku C# a v prostredí platformy .NET Compact Framework, pričom využíva jej najnovšiu verziu 3.5. Komunikácia s operačným systémom RouterOS je implementovaná pomocou protokolu Mikrotik API, ktorý je určený pre vývoj vlastných konfiguračných nástrojov RouterOS. Pre prenos dát využíva TCP port 8728 a samotné príkazy sú vo forme textových príkazov, ktoré sú odosielané ako pole bajtov. Aplikácia ponúka užívateľom grafické formuláre, pomocou ktorých môžu monitorovať a konfigurovať svoje zariadenia, pričom logika aplikácie na pozadí tieto grafické formuláre prevedie na textové príkazy, ktoré sú základom pre komunikáciu so zariadeniami. Nezávislosť na zmene samotných príkazov v protokole Mikrotik API zabezpečuje oddelenie príkazov od aplikácie. Všetky príkazy sú uložené v XML súboroch, ktoré sú dodatočne editovateľné a každý plugin využíva svoj vlastný XML súbor. Nakoľko neexistuje dokumentácia príkazov v protokole Mikrotik API, všetky príkazy použité v aplikácii WMbox som tvoril postupným upravením CLI príkazov dostupných v RouterOS, na ktoré som aplikoval syntaktické pravidlá protokolu Mikrotik API. Táto metóda však často viedla k chybovým hláseniam. Plugin pre nastavenie Wi-Fi som nemohol otestovať na žiadnom zariadení, a preto je v distribuovanej verzii aplikácie na internete vypnutý.

Najväčšie možnosti ďalšieho rozšírenia a vylepšenia aplikácie WMbox sú jednoznačne v množstve pluginov, ktoré dokáže konfigurovať a v podrobnosti spracovania grafických formulárov. Ich počet je v súčasnosti dostatočný pre účely diplomovej práce, no pre komplexnú konfiguráciu RouterOS by sa ich počet mal zvýšiť minimálne päťnásobne, čo je však časovo veľmi náročné. Nakoľko veľká časť užívateľov po uverejnení aplikácie na Internete žiadala o verziu pre operačný systém Android OS, nevylučujem v budúcnosti implementáciu pre túto veľmi perspektívnu platformu, ktorej sa podrobnejšie venuje kapitola 3.1.1.

Firma Mikrotik začiatkom apríla 2011 uvoľnila novú verziu operačného systému RouterOS 5.0, v ktorej je značne vylepšená a zdokonalená konfigurácia pomocou webového rozhrania, čím vlastne zaniká potreba aplikácii pre mobilné zariadenia, ktoré konfigurujú tento operačný systém pomocou grafických formulárov. Pre bezpečnostné riziko, ktoré vzniká povolením webového rozhrania, veľa administrátorov toto rozhranie okamžite po aktualizácii zakazuje, a tak má pre nich aplikácia WMbox opodstatnenie. Mnoho administrátorov ani nebude aktualizovať svoje zariadenia na najnovšiu verziu RouterOS kvôli obavám z možných problémov, ktoré by mohli nastať po aktualizácii. Využívanie aplikácie WMbox bude mať v budúcnosti pravdepodobne klesajúcu tendenciu. Jej popularita nepomôže ani nový operačný systém pre mobilné zariadenia od spoločnosti Microsoft Windows Phone 7, ktorému sa podrobnejšie venuje kapitola 3.1.4. Tento operačný systém je vybudovaný na novom jadre a nie je kompatibilný so staršími verziami Windows Mobile, pre ktoré je aplikácia WMbox určená. Napriek tomu verím, že moja diplomová práca prispela k úspešnému riešeniu problému konfigurácie RouterOS na zariadeniach Windows Mobile pomocou grafických formulárov a uspokojila tak dopyt na trhu po takejto aplikácii.

10 Zoznam použitej literatúry

- [1] Oficiálna internetová stránka firmy Mikrotik. [online]. [cit. 2011-02-15].
URL:<<http://mikrotik.com/>>
- [2] Oficiálna internetová stránka aplikácie Wine. [online]. [cit. 2011-03-03].
URL:<<http://www.winehq.org>>
- [3] Oficiálna internetová stránka aplikácie Darwine. [online]. [cit. 2011-03-03].
URL:<<http://www.kronenberg.org/darwine>>
- [4] Oficiálne internetové stránky aplikácie PocketPuTTY. [online].
[cit. 2011-03-03].
URL:<<http://www.pocketputty.net/>>
- [5] Oficiálne internetové stránky aplikácie PocketPuTTY for Symbian. [online].
[cit. 2011-03-03].
URL:<http://wiki.forum.nokia.com/index.php/PuTTY_for_symbian_OS >
- [6] Internetové stránky aplikácie ConnectBot. [online]. [cit. 2011-03-03].
URL:<<http://code.google.com/p/connectbot/>>
- [7] Aplikácia TiKBox v obchode s aplikáciami pre iPhone OS. [online].
[cit. 2011-03-14].
URL:<<http://itunes.apple.com/us/app/tikbox/id388485334?mt=8>>
- [8] Internetové fórum spoločnosti Mikrotik. [online]. [cit. 2011-04-02].
URL:<<http://forum.mikrotik.com/viewtopic.php?f=2&t=36610>>
- [9] Plugin do prostredia Eclipse na vývoj aplikácií pre Android OS. [online].
[cit. 2011-04-15].
URL:<<http://developer.android.com/sdk/eclipse-adt.html>>
- [10] Oficiálne internetové stránky Android OS. [online]. [cit. 2011-04-05].
URL:<<http://www.android.com/>>

-
- [11] Oficiálne internetové stránky Symbian OS spoločnosti Nokia. [online].
[cit. 2011-04-12].
URL:<<http://symbian.nokia.com/>>
- [12] Oficiálne internetové stránky spoločnosti Apple. [online]. [cit. 2011-04-12].
URL:<<http://www.apple.com>>
- [13] Obrázok vývoja Windows CE na stránkach spoločnosti Microsoft. [online].
[cit. 2011-03-10].
URL:<www.microsoft.com/presspass/presskits/embedded/imageGallery.aspx>
- [14] Oficiálne internetové stránky spoločnosti Microsoft. [online]. [cit. 2011-03-14].
URL:<<http://www.microsoft.com>>
- [15] Oficiálne internetové stránky pre vývojové štúdio MS Visual Studio. [online].
[cit. 2011-04-10].
URL:<<http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/>>
- [16] Oficiálne internetové stránky pre vývojové štúdio Eclipse. [online].
URL:<<http://www.eclipse.org/>>
- [17] Oficiálne internetové stránky pre vývojové štúdio Nant. [online].
[cit. 2011-03-11].
URL:<<http://nant.sourceforge.net/>>
- [18] Oficiálne internetové stránky projektu MONO. [online]. [cit. 2011-03-11].
URL:<<http://www.mono-project.com>>
- [19] Wikipedia spoločnosti Mikrotik, popis protokolu Mikrotik API. [online].
[cit. 2011-04-01].
URL:<<http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:API>>
- [20] Internetové fórum zaoberajúce sa problematikou ISP. [online].
[cit. 2011-04-15].
URL:<<http://www.ispforum.cz/>>

-
- [21] Windows Mobile 6.5 vývojový KIT a emulátor. [online]. [cit. 2011-04-15].
URL:<<http://www.microsoft.com/downloads/en/details.aspx?FamilyID=20686a1d-97a8-4f80-bc6a-ae010e085a6e>>
- [22] Inštalačný súbor s .NET Compact Framework 3.5. [online]. [cit. 2011-04-15].
URL:<<http://www.microsoft.com/downloads/en/details.aspx?FamilyID=e3821449-3c6b-42f1-9fd9-0041345b3385&displaylang=en>>
- [23] Internetové stránky na ktorých je uverejnená aplikácia WMbox. [online].
[cit. 2011-04-15].
URL:<<http://procomputer.sk/index.php/sk/projekty>>
- [24] Rozšírenie DataGrid pre .NET Compact Framework. [online]. [cit. 2011-04-05].
URL:<<http://www.ehartwell.com>>
- [25] Internetové fórum spoločnosti Mikrotik, odkaz na aplikáciu WMbox. [online].
[cit. 2011-04-15].
URL:<<http://forum.mikrotik.com/viewtopic.php?f=2&t=49346>>
- [26] Orange Slovensko. Cenník služieb. [online]. [cit. 2011-02-15].
URL:<<http://www.orange.sk>>
- [27] T-mobile Slovensko. Cenník služieb. [online]. [cit. 2011-02-15].
URL:<<http://www.t-mobile.sk/sk/!pages.get?id=1506#cenniky>>
- [28] O2 Slovensko. Cenník služieb. [online]. [cit. 2011-02-15].
URL:<<http://www.sk.o2.com/ludia/eshop/cenniky.html>>
- [29] Boling, D.: Programming Microsoft Windows CE .NET, Microsoft Press.
ISBN: 978-0735618848.
- [30] Fox D., Box J.: Building solutions with the Microsoft .NET Compact Framework: architecture and best practices for mobile development, Addison-Wesley Publishing. ISBN: 0321197887.
- [31] Podiel platforiem na trhu s mobilnými zariadeniami. [online]. [cit. 2010-01-04].
URL:<<http://www.techbox.sk/mobily/c28/google-android-v-roku-2012-svetovou-dvojkou.html>>

Prílohy

A Obsah priloženého CD

CD obsahuje:

- zdrojové kódy aplikácie,
- užívateľskú dokumentáciu,
- inštalačný balík programu Acrobat Reader,
- inštalačný balíček .NET Compact Framework 3.5 pre Windows Mobile,
- inštalačný balík Windows Mobile SDK 6.5,
- inštalačný balík PocketPuTTY,
- inštalačný balík ConnectBot,
- inštalačný balík Winbox,
- obrázky použité v diplomovej práci.

B Uživateľská príručka aplikácie WMbox

Inštalácia a spustenie

Pre spustenie aplikácie WMbox je nutné ju najskôr nakopírovať z priloženého CD, kde sa nachádza v zložke \Program\WMbox\ pod názvom WMbox.CAB, alebo ju stiahnuť do mobilného zariadenia z internetových stránok [23]. Druhým krokom je samotná inštalácia aplikácie do mobilného zariadenia. V pamäti zariadenia si vyhladáme inštalačný súbor WMbox.CAB a pokúsime sa o inštaláciu. V prípade, že mobilné zariadenie odmietne inštaláciu z dôvodu nekompatibilnej verzie .NET Compact Framework, budeme musieť najskôr aktualizovať .NET CF zo stránok spoločnosti Microsoft [22]. Po úspešnej inštalácii sa v menu ŠTART automaticky zobrazí odkaz na aplikáciu WMbox, pomocou ktorého ju spustíme. Ukážka inštalácie a spustenia aplikácie je na obrázku 1.



Obrázok 25: Ukážka inštalácie a spustenia aplikácie WMbox

Pripojenie na zariadenie

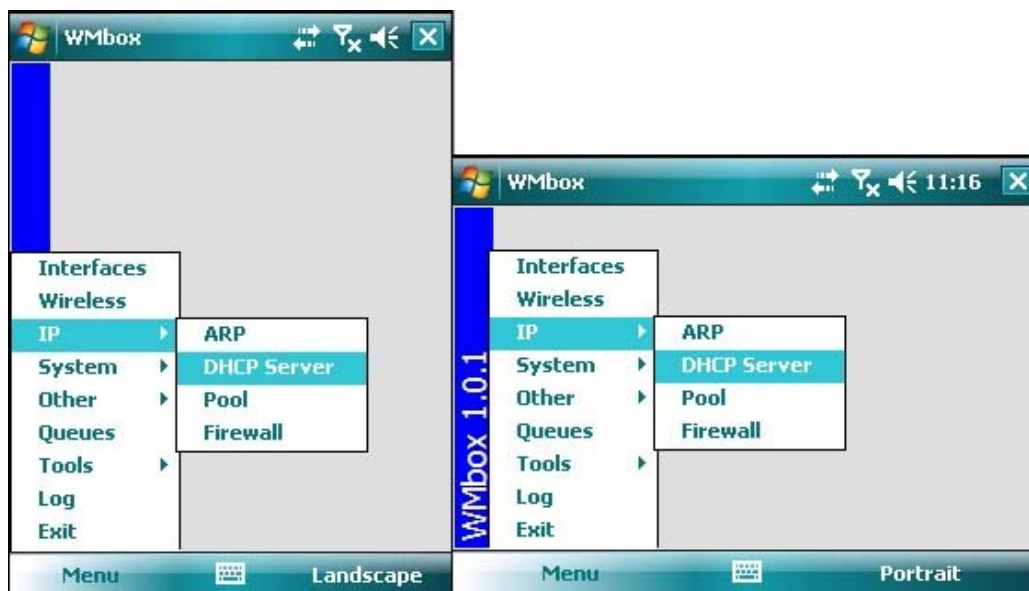
Po spustení programu Vás privíta úvodná obrazovka, na ktorej sa pri prvom spustení aplikácie nachádza iba formulár pre zadanie textových údajov pre pripojenie na zariadenie a menu aplikácie. V prípade, že aplikáciu WMbox využívate aj s možnosťami uloženia hesiel, je na úvodnej obrazovke aj zoznam uložených relácií, z ktorých si potom môžete vybrať pomocou kliknutia požadovanú reláciu. Pre pripojenie na zariadenie stačí vyplniť logickú adresu zariadenia, na ktoré sa chceme pripojiť a prihlasovacie meno s heslom. Potom už stačí iba kliknúť na položku „Connect“, ktorá sa nachádza v menu. Ak chceme využiť aj možnosti ukladania hesiel pre konkrétne zariadenie, vyplníme aj označenie relácie a následne je treba kliknúť na „Menu -> Save“. Ak chceme niektorú z uložených relácií odstrániť, stačí ju vybrať a použiť tlačítko „Menu -> Remove“. V prípade, že ukladáme prvé prihlasovacie údaje aplikácia Vám ponúkne možnosť používania hlavného prístupového hesla do aplikácie pre zvýšenie bezpečnosti a znemožní tak prístup na Vaše zariadenia v prípade odcudzenia Vášho mobilného zariadenia. Ak sa rozhodnete využívať toho heslo, je nutné ho v tomto kroku zadať. Ukážka pripojenia na zariadenie a uloženia prihlasovacích údajov pre konkrétnu reláciu je na obrázku 26.



Obrázok 26: Ukážka pripojenia na zariadenie Mikrotik z aplikácie WMbox

Hlavné menu

Hlavné menu aplikácie ponúka odkaz na všetky pluginy, ktoré sú dostupné v aktuálnej verzii aplikácie WMbox a možnosť zmeny orientácie displeja. Na obrázku 27 je ukážka hlavného menu pred a po zmene orientácie displeja na „Landscape“ (na šírku).



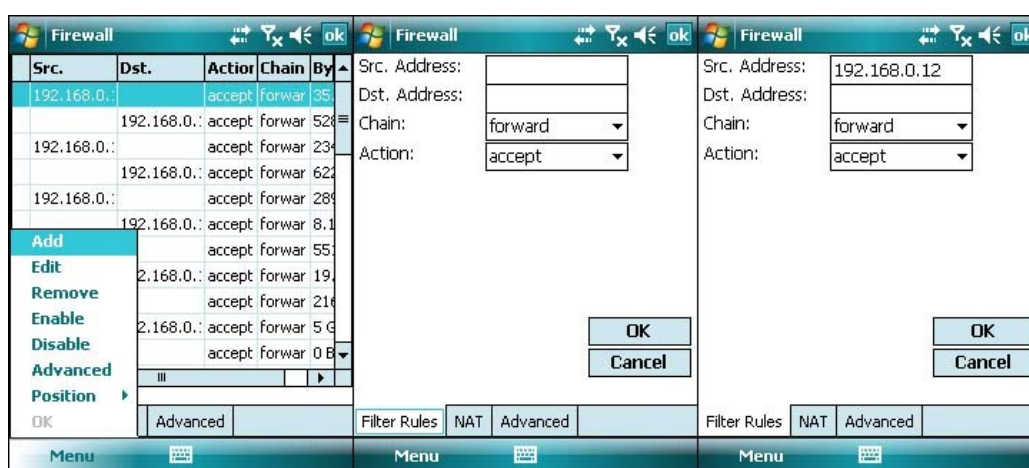
Obrázok 27: Ukážka hlavného menu po zmene orientácie displeja

V hlavnom menu sú v súčasnej verzii aplikácie WMbox tieto dostupné pluginy:

- **Interfaces**
- **Wireless**
- **IP**
 - ARP
 - DHCP Server
 - Pool
 - Firewall
- **System**
 - Packages
 - Resources
 - Reboot
 - Shutdown
- **Other**
 - Add Client
- **Queues**
- **Tools**
 - Ping
- **Log**
- **Exit**

Vytvorenie a zmena pravidiel

Pre vytvorenie nového pravidla stačí užívateľovi v menu kliknúť na možnosť „Add“. Hneď potom sa mu zobrazí predvyplnený formulár, do ktorého už iba doplní požadované údaje a vyberie z možností, ktoré ponúka. Ak by užívateľ chcel editovať toto pravidlo musí ho najskôr označiť a použiť možnosť „Edit“. Táto možnosť doplní formulár o všetky už nastavené atribúty a užívateľ ich môže následne editovať.



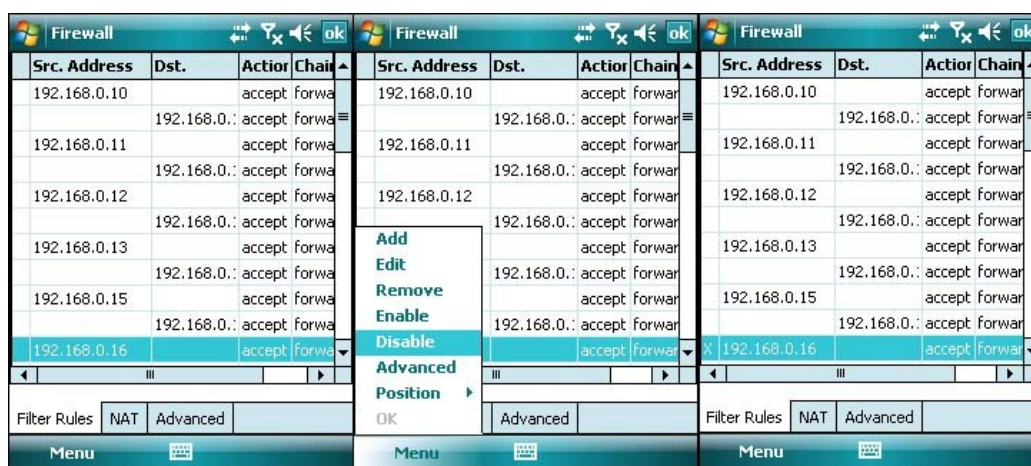
Obrázok 28: Ukážka pridania a editácie pravidla v aplikácii WMbox

Odstránenie, povolenie a zakázanie pravidiel

Samotné odstránenie, povolenie a zakázanie pravidla v aplikácii WMbox môže užívateľ urobiť jednoduchým kliknutím na položku v menu. V prvom rade musí užívateľ vybrať, ktoré pravidlo si želá upraviť a potom vybrať požadovanú akciu v menu:

- **enable** – povolenie pravidla,
- **disable** – zakázanie pravidla,
- **remove** – odstránenie pravidla.

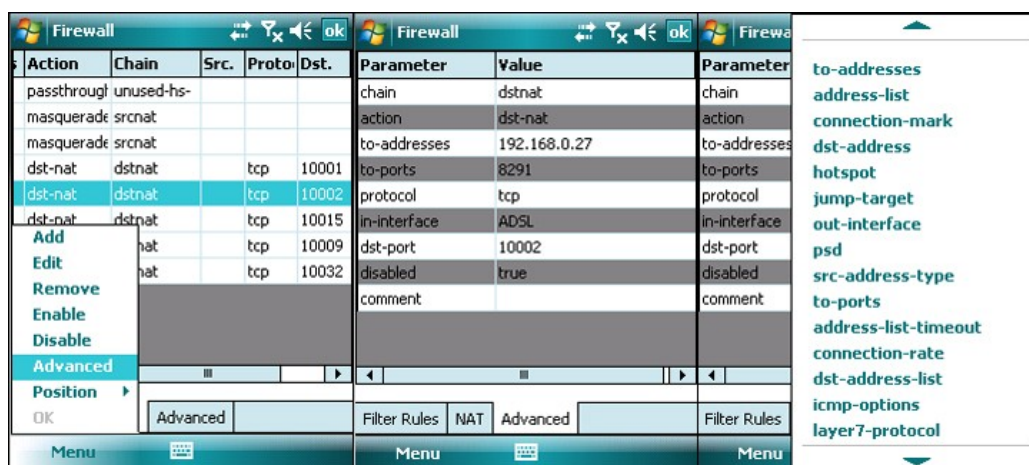
Po zakázaní pravidla si aplikáciu tohto nastavenia môže užívateľ overiť v zozname pravidiel. V prvom stĺpci pribudne znak „X“. Na obrázku 31 je znázornený postup zakázania pravidla a rovnakým spôsobom môže užívateľ povoliť pravidlo alebo ho odstrániť.



Obrázok 29: Ukážka zakázania pravidla v aplikácii WMbox

Pokročilé nastavenie RouterOS

Keďže nie všetky parametre jednotlivých pluginov môže užívateľ nastaviť vo formulároch, existuje v aplikácii WMbox možnosť použitia pokročilých nastavení. Užívateľ tak môže označiť požadované pravidlo a následne v menu zvoliť položku „Advanced“. Tým sa užívateľovi zobrazia pokročilé možnosti nastavenie. Po ich úprave musí užívateľ uložiť tieto nastavenia pomocou položky „OK“, ktorá sa nachádza v menu. Podržaním kurzora na tabuľke parametrov upravovaného pravidla sa užívateľovi zobrazí submenu, v ktorom je zoznam parametrov, ktoré môže použiť.



Obrázok 30: Pokročilé nastavenia v aplikácii WMbox

Odinštalovanie aplikácie

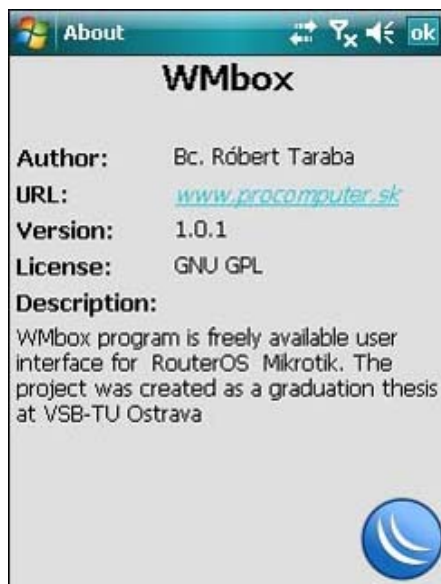
Ak sa užívateľ rozhodne odinštalovať aplikáciu môže použiť funkciu operačného systému Windows Mobile, ktorá odstraňuje nežiadúce programy „Remove Programs“. Na obrázku 32 je ukážka postupu odinštalovania aplikácie WMbox.



Obrázok 31: Ukážka odinštalovania aplikácie WMbox

O programe

Podrobenejšie informácie o programe sú uvedené v hlavnom menu úvodnej obrazovky a zobrazia sa po kliknutí na položku **About**.



Obrázok 32: O aplikácii WMbox